



Meteorologian pro gradu -tutkielma

Kansallisen meteorologian laitoksen vähimmäistehtävät ja -vaatimukset

Anni Karttunen

3.3.2017

Ohjaajat: DI Vesa Koivula
Prof. Heikki Järvinen

Tarkastajat: Prof. Heikki Järvinen
Dos. Jouni Räisänen

HELSINGIN YLIOPISTO
FYSIKAN LAITOS

PL 64 (Gustaf Hällströmin katu 2)
00014 Helsingin yliopisto

HELSINGIN YLIOPISTO – HELSINGFORS UNIVERSITET – UNIVERSITY OF HELSINKI

Tiedekunta/Osasto – Fakultet/Sektion – Faculty/Section		Laitos – Institution – Department
Tekijä – Författare – Author		
Työn nimi – Arbetets titel – Title		
Oppiaine – Läroämne – Subject		
Työn laji – Arbetets art – Level	Aika – Datum – Month and year	Sivumäärä – Sidoantal – Number of pages
<div>Tiivistelmä – Referat – Abstract</div>		
<div>Avainsanat – Nyckelord – Keywords</div>		
<div>Säilytyspaikka – Förvaringställe – Where deposited</div>		
<div>Muita tietoja – Övriga uppgifter – Additional information</div>		

HELSINGIN YLIOPISTO – HELSINGFORS UNIVERSITET – UNIVERSITY OF HELSINKI

Tiedekunta/Osasto – Fakultet/Sektion – Faculty/Section		Laitos – Institution – Department
Tekijä – Författare – Author		
Työn nimi – Arbetets titel – Title		
Oppiaine – Läroämne – Subject		
Työn laji – Arbetets art – Level	Aika – Datum – Month and year	Sivumäärä – Sidoantal – Number of pages
Tiivistelmä – Referat – Abstract		
<div></div>		
Avainsanat – Nyckelord – Keywords		
Säilytyspaikka – Förvaringställe – Where deposited		
Muita tietoja – Övriga uppgifter – Additional information		

SISÄLLYSLUETTELO

LYHENNELUETTELO

1. JOHDANTO	1
1.1 Tutkielman tarkoitus	2
1.2 Tutkielman laajuus	2
2. KANSALLINEN METEOROLOGIAN LAITOS	3
2.1 WMO:n asettamat säädökset	4
2.1.1 WMO:n asettama lainsäädännöllinen ohjeistus ja liittymismandaatti	5
2.2 Kansallinen lainsäädäntö	6
2.3 Hallinnollinen kokoonpano	7
2.4 Meteorologian laitoksen mandaatti	10
3. HAVAINNOT	11
3.1 Säähavainnot	13
3.1.1 Pintasää- ja luotaushavainnot	14
3.1.2 METAR-havainnot	16
3.2 Ilmastohavainnot	17
3.3 Tutka- ja satelliittihavainnot	19
3.4 Havainnot merialueilla	20
3.5 Havaintojen liitännäistiedot	20
3.6 Havaintojen laaduntarkastus	21
3.6.1 ISO-standardien käyttö	22
3.7 Havaintojen keräys, talletus ja lähetys	22
4. KANSALLISEN METEOROLOGIAN LAITOKSEN TARJOAMAT SÄÄ- JA ILMASTOPALVELUT	23
4.1 Julkiset sääpalvelut	26
4.1.1 Varoituspalvelut	27
4.1.2 Muut julkiset sääpalvelut	28
4.2 Ilmastopalvelut	29
4.3 Lentosääpalvelut	30
4.4 Laadunvarmistusjärjestelmä	32
4.5 Palveluiden jakotapa ja käyttöoikeus	32
4.5.1 Tärkeät yhteistyökumppanit	33
5. LAITOSTEN TOTEUTUNEET TEHTÄVÄT JA TILANNE MAAILMALLA	33
5.1 Toteutuneet havaintopalvelut	36
5.2 Toteutunut palveluntarjonta	38

5.3 Kansainvälinen yhteistyö	40
5.4 Haasteet kansallisen meteorologian laitoksen tehtävissä	41
6. YHTEENVETO	46
LÄHTEET	51
HAASTATELLUT HENKILÖT	
LIITE 1 Maailman ilmatieteen järjestö ja sen alueet	
LIITE 2 Kansallisten meteorologian laitosten hallintomuotojen heikkoudet ja vahvuudet	
LIITE 3 Havaintoasemien mittaamat havaintosuureet, WMO:n asettamat havaintotavoitteet ja -vaatimukset havaintojen ja metadatan suhteen	
LIITE 4 Ilmastopalveluiden yhteiskunnalliset hyödyt sekä ilmastopalveluiden visiot	
LIITE 5 Esimerkkejä kansallisen meteorologian laitoksen toimintaan vaikuttavista sopimuksista	

LYHENNELUETTELO

FCCC	Framework Convention on Climate Change
GOS	Global Observing System
ICAO	International Civil Aviation Organization
IMO	International Meteorological Organization
ISO	International Organization for Standardization
RA	Regional Association
RBCN	Regional Basic Climatological Network
RBSN	Regional Basic Synoptic Network
SIGMET	Significant Meteorological information
TAF	Terminal Aerodrome Forecast
WIGOS	WMO Integrated Global Observing System
WMO	World Meteorological Organization
WWW	World Weather Watch

1. JOHDANTO

Meteorologisia palveluita on tuotettu jo tuhansia vuosia, mutta vasta 1800-luvun loppupuolella sääpalvelut (esimerkiksi klimatologisten tuuli- ja virtauskarttojen laatiminen laivojen lokikirjojen pohjalta) saivat selvästi vauhtia niiden alkaessa pohjautumaan tieteen metodeihin ja systematiikkaan. Pian palveluita alettiin tuottamaan maittain ja ensimmäiset kansalliset meteorologian laitokset saivat alkunsa (WMO, 2015e). Meteorologisten ilmiöiden ollessa laajoja ja rajat ylittäviä, huomattiin kansainvälisen yhteistyön tärkeys hyvin nopeasti. Alkuvaiheiden kansainvälistä koordinoitua hoiti kansainvälinen meteorologian organisaatio IMO (International Meteorological Organization), joka perustettiin 1873. Yhdistyneiden kansakuntien alainen maailman ilmatieteen järjestö World Meteorological Organization (WMO) korvasi IMO:n kansainvälisenä koordinoijana ja standardien asettajana vuonna 1950.

Meteorologisia ja hydrologisia palveluita voidaan nykyään pitää yhtä itsestään selvänä kuin muitakin modernin yhteiskunnan tukirakenteita ja peruslakeja (Zillman, 2003). Hyvät sää- ja ilmastopalvelut lisäävät merkittävästi turvallisuutta niin yksittäisen kansalaisen tasolla kuin yhteiskunnallisella ja kansainvälisellä tasolla, sekä tuottavat merkittäviä taloudellisia säästöjä ja tuloja.

Meteorologinen data tarkoittaa alkuperäistä ja käsittelemätöntä havaintotietoa. Meteorologiset tuotteet ovat käsitellystä datasta tehdyt tuotteet, esimerkiksi numeeristen mallien ennusteet tai satelliittihavainnoista tuotetut kuvat. Meteorologiset palvelut käsittävät datan tai tuotteiden tulkittamista ja julkaisemista sekä räätälöityjen lopputuotteiden tekemistä eri asiakasryhmille. Data ja tuotteet ovat enimmäkseen meteorologisten toimijoiden käytössä ja niitä tuottavat pääasiassa kansalliset meteorologian laitokset ja kansainväliset tai alueelliset järjestöt (Kamps, 2004).

Meteorologisia palveluita tuotetaan niin kaupallisiin tarkoituksiin kuin julkishyödykkeiksi kirjavalle käyttäjäkunnalle. Kansallinen meteorologian laitos on se, jonka päävastuulle tavanomaisesti jää raskaan havaintoinfrastruktuurin ylläpito ja virallisten varoitusten tuottaminen. Kansallisia meteorologian laitoksia voidaan pitää meteorologisten peruspalveluiden tuottajina, joiden tekemään pohjatyöhön kaupalliset yritykset voivat rakentaa toimintaansa. Tekstin sujuvoittamisen vuoksi jatkossa laitoksesta puhuttaessa tarkoitetaan aina kansallista meteorologian laitosta, ellei muuta mainita.

1.1 Tutkielman tarkoitus

Tutkielman tarkoitus on tarjota yleiskuva siitä mistä kansallinen meteorologian laitos koostuu ja mitä siltä miltäkin taholta vaaditaan, sekä valottaa vallitsevaa meteorologian laitosten tilannetta maailmalla. Vaihtelut sää- ja ilmastohavaintojen määrässä, näiden tehokkaassa käytössä ja jalostamisessa ovat maiden välillä valtavia, joten tutkielma pyrkii keskittymään kaikilta WMO:n jäsenmailta vaadittaviin palveluihin kartoittaen näin kansallisten meteorologian laitosten vähimmäisvaatimuksia yleisellä tasolla.

Monet kansalliset meteorologian laitokset, etenkin kehitysmaissa, kaipaavat uudistusta. Nämä uudistukset toteutetaan tyypillisesti ulkopuolisen kehitysavun turvin. On olennaista ymmärtää laitosten vähimmäistehtävät sekä vallitseva tilanne, jotta tällaista kehitystoimintaa voidaan suunnitella ja kestävästi toteuttaa.

Tutkielmaan käytetty aineisto perustuu suurelta osin WMO:n julkaisemiin raportteihin ja asiakirjoihin, mutta myös muihin asiaan liittyviin julkaisuihin sekä useamman avainhenkilön haastatteluun.

1.2 Tutkielman laajuus

Tutkielmassa keskitytään tarkastelemaan WMO:n jäsenvaltioita. Tämä käsittää 185 YK:n jäsenmaata ja 6 jäsenaluetta (WMO, 2017e). Tunnustetut valtiot, jotka tällä rajauksella jäävät tutkielman ulkopuolelle, ovat: Andorra, Päiväntasaajan Guinea, Grenada, Liechtenstein, Nauru, Palau, Marshallinsaaret, Saint Kitts ja Nevis, Saint Vincent ja Grenadiinit, San Marino sekä Vatikaanivaltio. Myöskään napa-alueiden tilanteeseen ei oteta kantaa.

Kansallisella tasolla meteorologian toiminta-ala jakaantuu yleensä kolmeen osaan: virallisen kansallisen meteorologian laitoksen tehtäväpiiriin, akateemiseen tutkimukseen ja opetukseen, sekä yksityisten yritysten palveluntarjontaan. Tutkielmassa keskitytään kansallisen meteorologian laitoksen vastuualueeseen.

Laitosten toiminta-alueesta tässä tutkielmassa perehdytään ainoastaan meteorologisiin tehtäviin. Vaikka monet laitoksista tuottavat myös esimerkiksi hydrologisia tai seismologisia havaintoja ja

palveluita, ei näihin tutkielmassa oteta kantaa. Ilmailuun liittyvä lentosäämeteorologia käsitellään osana palveluita sen kuullessa suurella osalla laitoksista palveluntarjontaan (WMO, 2012b).

Puolustusvoimien tarpeisiin meteorologian laitoksen asiakkaana, tai niiden toimintaan omana sääpalvelunaan, ei oteta tutkielmassa kantaa, vaikka juuri tarkan meteorologisen tiedon merkitys puolustusvoimien toiminnassa on kytkenyt monien meteorologian laitosten toiminnan valtioon niin perustavanlaatuisesti (Kamps, 2004).

2. KANSALLINEN METEOROLOGIAN LAITOS

Maailman ilmatieteen järjestön WMO:n (WMO, 2003b) linjauksen mukaan, kansallinen meteorologian laitos on tavanomaisesti pääasiallinen, usein myös ainoa, institutionaalinen kansallinen taho, joka vastaa meteorologisen datan hankinnasta ja tuottamisesta, sekä tuotteista ja palveluista, jotka liittyvät sään, ilmaston tai ilmakehän sovelluksiin.

Kansallisen meteorologian laitoksen perustavanlaatuinen tehtävä on seurata ja tutkia kansallisia sää- ja ilmasto-olosuhteita globaalissa kontekstissa ja käyttää näitä tuloksia, tietoja ja havaintoja täyttääkseen kansalliset laissa määrätyt vaatimukset ja tyydyttääkseen WMO:n asettamat kansainväliset tarpeet (Rogers & Tsirkunov, 2013). Tehtävät määritellään kansallisella tasolla tarkemmin asiaankuuluvalla lainsäädännöllä ja WMO:n asettamin vaatimuksin liittymismandaatilla ja teknisillä standardivaatimuksilla.

WMO:n asettamat vaatimukset ja standardit pyrkivät yhdenmukaistamaan kansainväliseen vaihtoon tarkoitetut havainnot, sekä edesauttamaan hyvien käytäntöjen leviämistä jokaiseen jäsenmaahan. Jäsenmaiden joukon ollessa meteorologiselta osaamiseltaan ja laitteistoltaan hyvin jakautunutta, on WMO:n edettävä sen hitaimmin suosituksia toimeenpanevien jäsentensä ehdoin. Kaikki jäsenmaat myös sitoutuvat WMO:n perustuskirjan artiklan 9 mukaan (WMO, 2015a) tekemään kaikkensa täyttääkseen WMO:n Kongressin määrittelemät tekniset standardit, niin havainnonteossa kuin niiden lähetyksessä. Näin ollen WMO:n vaatimuksia voidaan pitää hyvänä linjanvetona kansallisten meteorologian laitosten vähimmäisvaatimuksista.

Laitoksen kokoonpano, toiminnan laajuus ja tavoitteet, sekä toiminnan säätely vaihtelevat maakohtaisesti. Valtion varallisuudella on usein suora vaikutus sääpalveluiden kehitystasoon. Historiallisesti Eurooppa, Pohjois-Amerikka ja nopeasti teollistuneet Aasian maat ovat osanneet hyödyntää meteorologista osaamista ja panostaneet sen kehitykseen. Vähiten kehittyneet maat ovat myös sääpalveluiden suhteen edenneet hitaasti.

Kansallisesti meteorologian toiminta-ala on tyypillisesti jakautunut kolmeen osaan: **kansalliseen meteorologian laitokseen**, joka vastaa operatiivisista sääpalveluista, havaintojen tuottamisesta ja kansallisista varoituksista, **akateemiseen laitokseen**, jossa meteorologien kouluttamisen lisäksi tehdään sää- ja ilmastotutkimusta, sekä **yksityiseen sektoriin**, jossa voidaan tuottaa lähes minkälaisia kaupallisia palveluita tahansa vaihtelevalle asiakaskunnalle. On kansallisesta päätöksenteosta riippuvaa, mikäli kaikkia näitä sektoreita on ja minkälainen rajapinta eri toimijoiden välille on mahdollistettu. Kehityksessä ei juurikaan ole kaupallista puolta heikkojen kansallisten markkinoiden vuoksi. Euroopassa taas on pitkään käyty läpi murrosta, jossa valtiolliset meteorologian laitokset joutuvat miettimään markkina-asemaansa uudestaan turvatakseen reilun ja mahdollisimman kannattavan kilpailutilanteen (Weiss, 2002). Toimijat eivät toimi toisistaan erillään, vaan vaihtelevalla tasolla osallistuvat samoihin toimintoihin, kuten datan keräämiseen, mallintamiseen, tuotekehittelyyn ja tiedonjakoon (National Research Council, 2003).

Meteorologian laitoksen perimmäinen tarkoitus on tuottaa yleistä hyötyä ymmärtämällä ja ennustamalla säätä ja ilmastoa. Näin voidaan taata ihmisten ja omaisuuden paras turvaaminen hyvien varoituspalveluiden kautta. Suurin osa meteorologisesta hyödystä ilmeneekin säästöinä. WMO:n karkean linjauksen mukaan kansallisen meteorologian laitoksen tarkoituksen voidaan sanoa olevan; yleisen hyödyn tuottaminen, kansallisen ja kansalaisten turvallisuuden lisääminen ja taloudellisen kehityksen edistäminen (WMO, 2012a; WMO, 2017b). Suurinta osaa meteorologisista havainnoista ja palveluista voidaan pitää julkishyödykkeinä (Rogers & Tsirkunov, 2013).

2.1 WMO:n asettamat säädökset

WMO:n perimmäinen tarkoitus on luoda edellytykset kansainväliselle meteorologiselle sää- ja ilmastohavaintopalvelulle. WMO toteuttaa tarkoituksensa antamalla sääntöjä, neuvoja ja opastusta jäsenvaltioilleen. Jäsenet sitoutuvat "tekemään kaikkensa toteuttaakseen Kongressin päätökset" (WMO, 2015a). Näitä sääntöjä, joita jäsenet sitoutuvat noudattamaan, kutsutaan WMO:n dokumentaatioissa standardeiksi ja ne koskevat havainnontekoa aina käytettävistä laitteista havainnon koodimuotoiseen lähetysasuun. Mikäli jäsenmaa ei pysty syystä tai toisesta täyttämään näitä standardeja, on sen ilmoitettava syy ja arvioitu kesto WMO:n pääsihteerille viipymättä (WMO, 2015a).

WMO:n 13. kongressissa 1999 (WMO, 1999) kansallisen meteorologian laitoksen merkitys määriteltiin: "Vakuutamme kansallisten meteorologian laitosten tehtävän olevan elintärkeä sen

havainnoissa säätä ja ilmastoa, sekä tuottaessa näihin liittyviä palveluita kansallisille tarpeille. Tämä missio voidaan ilmaista panoksena seuraaviin aloihin: (a) elämän ja omaisuuden suojelemiseen; (b) ympäristön suojelemiseen; (c) panostamalla kestäväan kehitykseen; (d) meteorologisten ja klimatologisten havaintojen jatkuvuuden varmistaminen; (e) panostamalla sisäisen tehokkuuden kasvattamiseen; (f) kansainvälisten sopimusten täyttäminen; (g) osallistuminen kansainväliseen yhteistyöhön."

2.1.1 WMO:n asettama lainsäädännöllinen ohjeistus ja liittymismandaatti

Kansallisen meteorologian laitoksen toimintaa säädellään kansallisella lainsäädännöllä. Selkeän tällaisen puuttuessa sovelletaan WMO:n lainsäädännöllistä ohjeistusta laitoksen virallisina vaateina (WMO, 2003b).

WMO:n mandaatin mukaisesti (WMO, 2015a) jokainen jäsenlaitos sitoutuu noudattamaan ja täyttämään seuraavat vaatimukset (toimeenpantu Geneven Julistuksessa 1999 (WMO, 1999)) laatiessaan kansallista meteorologiaa koskevaa lainsäädäntöä:

1. Elämän ja omaisuuden suojeleminen
2. Ympäristön ja luonnon monimuotoisuuden turvaaminen
3. Kestävän kehityksen tukeminen ja tähän panostaminen
4. Pitkäaikaisten havaintosarjojen tekeminen ja keräämisen edistäminen
5. Kansallisen pätevyystason kehittäminen sisäisesti
6. Kansainvälisten sopimusten kunnioittaminen
7. Kansainväliseen yhteistyöhön osallistuminen

Yleispätevien ohjeiden lisäksi WMO:lla on toimintaohjeita ja standardeja hyvinkin yksityiskohtaisista toiminnoista havainnon tekoon ja tiedonjakoon liittyen. Nämä toimet jakautuvat vaadittaviin perustoimiin, sekä suositeltuihin suositustoimiin. Perustoimet koostuvat pääasiassa "perinteisestä" havaintojen keruusta ja prosessoimisesta, sekä tähän liittyvän infrastruktuurin ylläpidosta. Jokainen jäsenmaa sitoutuu suorittamaan perustoimet artiklan 9 mukaisesti (WMO, 2015a). Suositustoimet ovat perustoimien lisäksi tuotettavia palveluita ja havaintoja, tai tapoja suorittaa näitä, joita jäsenmaita kehoitetaan noudattamaan.

WMO:n asettamat vaateet kansainvälisestä meteorologisten tietojen jaosta määräytyvät pitkälti päätöksen 40 mukaan (WMO, 2012a). Kyseisessä päätöksessä todetaan: "Jäsenien tulee toimittaa kaikki olennainen tieto, jota tarvitaan tuottamaan palvelut elämän ja omaisuuden turvaamiseksi sekä kansakuntien hyvinvoinnin takaamiseksi ilman maksua tai rajoituksia. Vähintään kaikki ne perustiedot ja tuotteet, joita tarvitaan sään täsmälliseen ennustamiseen ja kuvaamiseen. Nämä minim tiedot määritellään päätöksen liitteessä 1." Ilmastohavaintojen kohdalla WMO:n virallinen määritelmä on linjattu päätöksessä 60.

2.2 Kansallinen lainsäädäntö

Yli puolella WMO:n jäsenistä on virallinen lainkäytön väline (WMO, 2012a), joka määrittää laitoksen mission ja mandaatin ja täten määrittävät laitoksen vastuun ja aseman. Lainsäädännöstä tulisi käydä ilmi yksiselitteisesti laitoksen toimintavallan alueet, sekä kansalliseen turvallisuuteen liittyvät vastuut (Rogers & Tsirkunov, 2013).

Tehokkaan kansallisten meteorologisten palveluiden ja vastuiden määrittävän lain tulisi Rogersin ja Tsirkunovin (2013) mukaan sisältää seuraavat kohdat:

1. **Mandaatti.** Laista tulisi selvästi käydä ilmi laitoksen tarkoitus ja vastuu. Mandaatista tulisi käydä ilmi laitoksen sitoutuminen mahdollisten katastrofien estoon, ilmastollisten varantojen tehokkaaseen ja vastuulliseen käyttöön sekä palveluiden tuottaminen taloudellisen ja sosiaalisen kehityksen tueksi kansalaisten hyvinvoinnin takaamiseksi.
2. **Osallisten määrittäminen.** Laista tulisi käydä ilmi kaikki tärkeät ja vastuulliset osapuolet, jotka liittyvät sää- tai ilmastohavaintojen, ennusteiden, palveluiden ja varoitusten tuottamiseen tai jakamiseen.
3. **Kansallisen sää- ja ilmastopalveluiden määritelmä.** Laissa tulisi tunnistaa meteorologian laitos kansaa tasapuolisesti palvelevaksi toimijaksi, joka tulisi yhdistää kansallisiin sosiaalisen ja taloudellisen kehityksen suunnitelmiin ja rahoitukseen.
4. **Ilmaisten tarjottavien palveluiden määritelmä.** Laista tulisi käydä ilmi miten julkinen ja ilmainen palvelu taataan kaikille, ja mitkä tuotteet ja palvelut lasketaan tähän yhteishyvän piiriin.
5. **Vaikutusvalta.** Laitoksen vastuut ja auktoriteetti tulisi määrittää mahdollisimman tarkasti.

6. **Tutkimus- ja kehitystoimet.** Lakiin tulisi kirjata kannustimet laitoksen tutkimus- ja kehitystoiminnan jatkuvuudelle. Tämä tukeminen saisi toteutua myös kansainvälisellä tasolla.
7. **Ulkopuoliset toimijat.** Muut alan toimijat ja niiden asema tulisi tunnistaa, sekä mahdollinen suhtautuminen (esimerkiksi kilpailutilanteessa kaupallisen toimijan kanssa) tulisi määrittää.
8. **Kansainvälisen yhteistyön** tason määrittäminen.

WMO:n vuoden 2012 kyselytutkimukseen vastanneista 86:sta valtiosta 64% ilmoitti laitoksensa toiminnan olevan laissa määritelty (WMO, 2012b). Lainsäädännössä määritellään myöskin lentosään ja puolustusvoimien mahdollinen asema meteorologisten palveluiden hankkijana tai tuottajana. Lainsäädännön lisäksi monilla laitoksilla on omat protokollansa ja toimintaohjeensa. Tällaisia toimintamalleja sovelletaan yleisimmin poikkeustilanteissa, jolloin laitoksen on toimittava muiden yksiköiden, esimerkiksi kriisiavun tai pelastustoimen kanssa.

Laissa määritettyjä tavoitteita voidaan laitoksen hallitusmuodosta riippuen valvoa muun muassa erilaisilla tulostavoitteilla ja selvityspyynnöillä. Laitokset, jotka ovat voimakkaasti valtioon sidoksissa, ovat usein selvitysvelvollisia ministeriölle tai presidentin virastolle.

Mikäli laitos ei pysty toteuttamaan laissa määrättyjä tehtäviä, on sen vastattava tästä asiaankuuluvalla viranomaistaholle. Usein tämä tarkoittaa asiasta tehtävää selvitystä ja mahdollisesti laitoksen pääjohtajan virallista kuulemistä, mutta maakohtaisesti sanktiot voivat olla myös suuremmat.

2.3 Hallinnollinen kokoonpano

Meteorologian laitoksen hallinnollinen kokoonpano määräytyy kansallisen lainsäädännön, julkisten palveluiden menettelytapojen ja yksityisen sektorin aseman mukaan, vaihdellen maasta maahan. Laitoksen rakenne vaikuttaa sen rahoitukseen, mikä pitkälti määrittää toiminnan laajuuden ja mahdollisuuden vastata asiakkaiden tarpeisiin.

Meteorologian laitoksen toimintaa säädellään useimmiten virallisesti lakipykälillä (Rogers & Tsirkunov, 2013). Näitä kansallisesti määriteltyjä vastuita saattaa olla säättämässä ja valvomassa yksittäinen ministeriö tai jopa ministeri, joissakin tapauksissa suoraan presidentintoimisto. Laitos saattaa myös olla irrallaan valtion päivänpolitiikasta tai jopa markkinoiden armoilla toimiva yksityinen yritys. Hallinnolliset järjestelmät vaihtelevat maakohtaisesti, ja niiden puuttuessa

sovelletaan WMO:n ohjesääntöjä virallisina vaateina (WMO, 2003b). Määrittelyn aste ja lainsäädäntö vaihtelevat maittain.

Suurin osa meteorologian laitoksista toimii valtion alaisuudessa, mutta laitos voi myös toimia valtionyhtiönä (esim. Latvian kansallisena meteorologian laitoksena toimii valtion osakeyhtiö) tai yksityistettynä yrityksenä (Uusi-Seelanti on ainoa valtio, jossa meteorologian laitos on valtion omistama täysin kaupallinen yritys). Taulukosta 2.1 näkyy eri hallintomuotojen suurimmat erot. Liitteessä 2 ovat karkeasti eroteltuna eri hallintomuotojen heikkoudet ja vahvuudet.

Taulukko 2.1 Kansallisten meteorologian laitosten yleisimmät hallintomuodot ja niiden eroavaisuudet: (Rogers & Tsirkunov, 2013; WMO, 2012b; WMO, 2017b)

Valtion yksikkö <i>Departmental unit</i>	Sopimustoimisto <i>Contract agency</i>	Julkinen yksikkö <i>Public body</i>	Valtionyhtiö <i>State-owned enterprise</i>	Yksityinen yritys <i>Privatized company</i>
Poliittinen yhteys				
Suoraan valtion tai ministeriön alainen	Suoraan ministeriön alainen	Osittain ministeriön alainen	Ministeriö määrittää tehtävän	Täysin irrallaan politiikasta
Toimintaa säädellään				
Suoraan poliittisin keinoin	Perussopimuksella	Lailla ja pakotteilla	Markkina-interventiolla	Säädöksillä
Rahoitus				
Valtionrahoitus	Valtion rahoittama, omat varannot mahdollisia	Valtion rahojen lisäksi omaa varankeruuta	Oma rahoitus (valtio saattaa toimia lainoittajana)	Oma rahoitus
Palveluntarjonnasta päättää				
Valtio tai vastuussa oleva ministeriö päättää tarjottavat palvelut	Valtio määrää tehtävät, ministeriö voi myydä palveluita kolmannelle osapuolelle	Valtion lisäksi voi itse sopia palvelusuhteita kolmannen osapuolen kanssa	Kaikki palvelut tarjotaan kaupallisten sopimusten pohjalta. Valtio silti vastuussa.	Palvelut tarjotaan kaupallisten sopimusten pohjalta. Valtio saattaa olla osakkaana.
Esimerkkivaltioita				
Suurin osa Afrikan maista, myös monet Euroopan maista		Englanti, Alankomaat, Suomi ja Ruotsi	Latvia	Uusi-Seelanti

Suurin osa meteorologian laitoksista on valtion alaisia ja suorasti tai epäsuorasti kytköksissä ministeriöön tai yksittäisen ministerin alle. Meteorologian laitos voi myös olla osa suurempaa

Hallinnollinen viranomainen

Kategoria	Prosentti
Presidentistön alainen	36,05 %
Parlamentin osa	20,93 %
Ministeriön alainen	24,42 %
Hallituksen päätös	15,11 %
Muut	3,49 %

Vastaava ministeriö

Kategoria	Prosentti
Ympäristö	27,17 %
Liikenne	21,74 %
Puolustus	8,71 %
Viestintä	5,43 %
Maatalous	5,43 %
Tiede	5,43 %
Muu	22,83 %

Taulukko 2.2 WMO:n kesä-elokuussa 2011 meteorologisten palveluiden tuotannosta tekemän kyselytutkimuksen tulokset. Kyselyyn vastasi 72 jäsenvaltiota (WMO, 2012b):

Organisaation muoto	Tuottaa meteorologisia palveluita	Valtion mandaatin alainen
Kansallinen meteorologian ja hydrologian laitos	40 % (29)	35 % (25)
Kansallinen meteorologian laitos	47 % (34)	46 % (33)
Kansallinen meteorologian (ja hydrologian laitos) ja muu valtion yksikkö	10 % (7)	8 % (6)
Erillinen maataloussään palvelu	21 % (15)	13 % (9)
Erillinen ilmailusääpalvelu	31 % (22)	29 % (21)
Erillinen hydrologinen palvelu	18 % (13)	13 % (9)
Erillinen puolustusvoimien sääpalvelu	19 % (14)	18 % (13)

Meteorologisten tehtävien hajauttaminen useamman yksikön alle on myös mahdollista. Tavanomaisimpia muusta laitoksesta erotettavia yksiköitä ovat lentosääpalvelut, maataloussääpalvelut sekä hydrologiset palvelut. Taulukko 2.2 näyttää WMO:n kyselytutkimuksen (WMO, 2012b) perusteella yleisimmät laitoksen yksiköittämiset.

Meteorologian laitosten kehitysaste ja toiminta-ala vaihtelee rajusti maasta maahan. Karkeana mittarina voidaan pitää valtion bruttokansantuotetta (BKT). Vauraammilla valtioilla on tyypillisesti rahaa investoida perustavanlaatuihin infrastruktuuriin. Meteorologian laitosten budjetti on tavanomaisesti 0.01 - 0.05 % valtion bruttokansantuotteesta (Rogers & Tsirkunov, 2013).

Pitkälle kehittyneitä meteorologian laitoksia sijaitsevat pääasiassa Länsi-Euroopassa, Pohjois-Amerikassa, Australiassa, Uudesta-Seelannissa ja nopeasti teollistuneissa Itä-Aasian maissa. Heikointen menestyviä sääpalveluita löytyy vähiten kehittyneistä maista (Least Developed Countries), joista suurin osa sijaitsee Afrikassa (Rogers & Tsirkunov, 2013).

2.4 Meteorologian laitoksen mandaatti

Kansallisen meteorologian laitoksen tarkoitus on tuottaa taloudellista, sosiaalista ja ympäristöllistä hyötyä ja hyvinvointia kansallisiin yhteisöihin tuottamalla meteorologisia sekä meteorologiaan liittyviä palveluita ja tietoa (Zillman, 2005). Meteorologian laitoksen toimintaa kansallisella taholla säätelee pääpiirteittäin laitoksen mandaatti. Tämä antaa lain nimissä laitokselle tarkoituksen sekä vastuut. Mandaattiin sisältyy useimmiten ennusteiden tarkkuuden ja lähetyssajan määrittäminen ja vakuuttaminen, sitoutuminen luonnonkatastrofeihin reagoimiseen ja varoitusvastuu, ilmasto-olosuhteiden valvonta ja raportointi sekä lupaus tuottaa palvelut taloudellisen ja yhteiskunnallisen kehityksen tueksi ja kansalaisten hyvinvoinnin takaamiseksi. Kaikkien kansallisten meteorologian laitosten asemaa ja tehtäviä ei ole kuitenkaan vahvistettu valtiollisella mandaatilla, vaikka tätä käytäntöä vahvasti suositellaan. Taulukosta 2.2 nähdään WMO:n kyselytutkimuksen (WMO, 2012b) tuloksista, etteivät läheskään kaikki meteorologisia palveluita tuottavat yksiköt ole valtion mandaatin alaisia. vain 35 %

Mandaatin lisäksi laitoksilla on yleensä nimetty missio. Tämä useimmiten koostuu monitoroinnista, tutkimuksesta, mallintamisesta, palveluiden tuottamisesta ja kansainvälisestä yhteistyöstä. Missiota kauaskantoisempaa suunnitelmaa kutsutaan laitoksen visioksi

Esimerkiksi Suomen Ilmatieteenlaitoksen visio on *"Ilmatieteen laitos on ilmakehä- ja meriosaamisen kansainvälinen edelläkävijä, joka toimii suomalaisen yhteiskunnan turvallisuuden ja menestymisen takaamiseksi"* (Ilmatieteen laitos, 2017b).

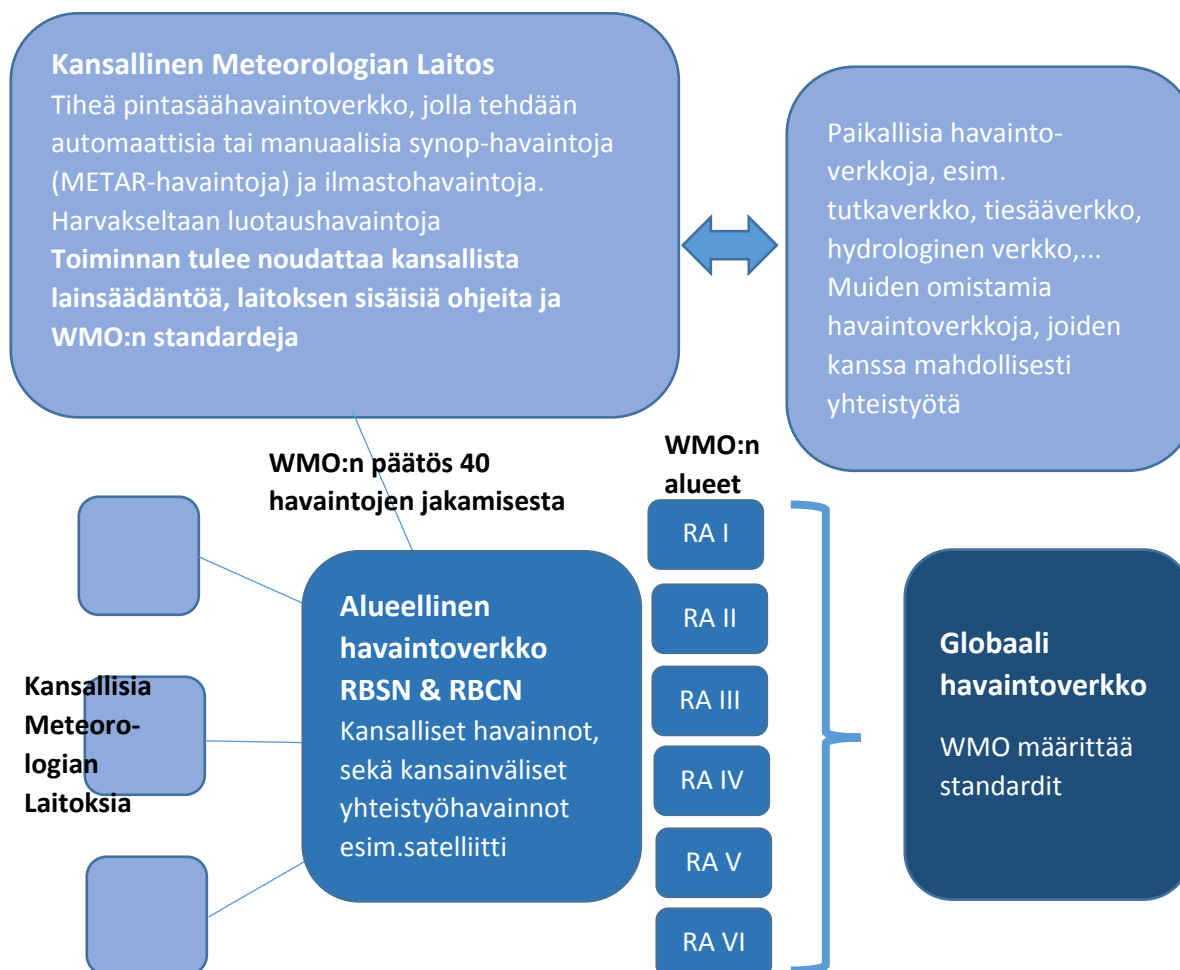
3. HAVAINNOT

Edustavien ja tarkkojen säähavaintojen tekeminen ja saaminen reaaliajassa ennustettavan alueen rajojen sisä- ja ulkopuolelta on luotettavien ja tarkkojen sääpalveluiden ja ennusteiden tuottamisen elinehto. Kansallinen meteorologian laitos vastaa valtion rajojen sisäpuolella tehtävistä havainnoista, niiden laaduntarkastuksesta sekä jakamisesta. WMO koordinoi kansainvälistä yhteistyötä havaintojen ja tuotteiden jaossa, sekä havaintojen yhteensopivuutta. Yhdessä nämä muodostavat globaalin havaintojärjestelmän, joka koostuu kansallisten meteorologian laitosten operoimista havaintojärjestelmistä, kansallisista tai kansainvälisistä satelliittitoimijoista sekä useista organisaatioista ja yhdistyksistä ja niiden omista havaintojärjestelmistä tai – alueista (WMO, 2013a).

Pinta- ja yläilmakehän havaintoja tehdään sekä sää- että ilmastopalveluiden käyttöön. Näiden kahden monesti päällekkäisen perushavaintoverkon lisäksi valtioilla voi olla muita säähavaintoverkkoja, esimerkiksi tutkaverkko. Myös ulkopuolisten tahojen omistamia ja hallinnoimia havaintoverkkoja saattaa olla käytössä, esimerkkeinä erillinen ilmailusäähavaintoverkko, puolustusvoimien havaintoverkko tai yksityiset tiesäähavaintoverkot. Eräs tavallisimmista säähavaintoverkon lisäksi ja sen kanssa usein yhteen toimivasta havaintojärjestelmästä on hydrologinen havaintojärjestelmä. Maissa, joissa kansallinen meteorologian laitos vastaa myös hydrologisten palveluiden tuottamisesta kuuluu tämä verkko sen vastuualueeseen. Havaintojärjestelmien määrä, yhteensopivuus ja käyttöoikeudet vaihtelevat. Joissakin maissa verkot tukevat hyvin toisiaan ja tiedonvaihto on sujuvaa, mutta toisinaan valtion sisällä saattaa olla paljon päällekkäistä kallista infrastruktuuria, joka ei kommunikoi keskenään.

Havaintoja ja näiden tekemistä määritetään WMO:n standardijulkaisussa "Commission for Instruments and Methods and Observations" (CIMO) (WMO, 2014d) sekä WMO:n havainto-ohjelman avulla. Nämä dokumentit määrittävät tekniset standardit ja laadunvarmistusprosessit sekä opastavat meteorologisten laitteiden ja havaintojen tekemisessä, jotta havainnot olisivat kansainvälisesti yhteneviä ja laadukkaita (WMO, 2013a). Näistä kansallisista havainnoista muodostuu yhdessä WMO:n globaali havaintojärjestelmä GOS (Global Observing System) (Kuva 3.1), joka on osa WMO:n integroitua globaalia havaintojärjestelmää WIGOS:ia (WMO Integrated

Global Observing System) (WMO, 2017d). Jotta havainnoista olisi hyötyä on ne jaettava reaaliajassa muiden jäsenmaiden ja kansainvälisten meteorologisten keskusten kanssa. Maat sitoutuvat WMO:n päätöksen 40 mukaisesti jakamaan olennaiset havainnot esteettömästi keskenään. (WMO, 2012a)



Kuva 3.1 WMO:n ylläpitämä globaali havaintoverkko koostuu kuudesta havaintoverkko alueesta. Jokainen näistä kuudesta maantieteellisestä alueesta (RA) (kartta WMO:n aluejaosta liitteessä I), ylläpitää alueellista perus-synoptista havaintoverkkoa (Regional Basic Synoptic Network RBSN) ja alueellista perusilmastohavaintoverkkoa (Regional Basic Climatological Network RBCN). Nämä koostuvat alueeseen kuuluvien valtioiden omien kansallisten meteorologian laitosten tuottamista ja WMO:n päätöksen 40 nojalla jakamista havaintoverkoista. Kansallinen havaintoverkko voi olla tiheä ja koostua monista eri havaintolähteistä ja paikallisesta yhteistyöstä eri alan toimijoiden kanssa. Kansallisen meteorologian laitoksen tekemistä paikallisista havainnoista ainoastaan murto-osa jaetaan alueelliseen verkkoon. Kansallisella tasolla tuotettavien havaintojen määrään ja standardeihin vaikuttavat WMO:n lisäksi paikallinen lainsäädäntö ja laitoksen omat käytännöt.

Kaikki meteorologian laitokset eivät kykene itse rahoittamaan alueensa havaintoverkkoa tai havaintopalveluita, koska säähavaintoinfrastruktuurin perustaminen ja ylläpito voi maksaa huomattavasti, etenkin jos maa on köyhä ja riippuvaine kehitysavusta. Tämän takia monet kansalliset

meteorologian laitokset ovat perustaneet kansainvälisellä yhteistyöllä laitoksia suurten tutkimus- ja infrastruktuurihankkeiden mahdollistamiseksi, esimerkiksi satelliittiyhteistyö EUMETSAT Euroopassa (Kamps, 2004). Havaintojen kansainvälinen jakaminen on myös valtioille hyödyllistä, sen mahdollistaessa globaalien numeeristen ennustemallien toiminnan ja hyvän tarkkuuden. Globaalit mallit puolestaan tarjoavat reunaehdot paikallisille rajoitetun alueen ennustemalleille.

Globaalin havaintoverkon tarpeena on pystyä kuvaamaan suuren mittakaavan meteorologiset ilmiöt ja prosessit, minkä vuoksi pintahavaintoverkko voi olla harvempi, kunhan havaintoja olisi kattavasti koko maapallolta. Alueellisen havaintoverkon tulee vastata alueen jäsenmaiden vaatimuksia ja kykyä kuvaten jopa myös mesoskaalan ilmiöitä. Kansallisella tasolla valtio saa itse määritellä vaatimuksensa oman kiinnostuksensa mukaisesti (WMO, 2013a). Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että kansallisella tasolla havaintoverkko voi olla hyvinkin yksityiskohtainen ja koostua monista erilaisista havaintomenetelmistä ja toimijoista, mutta että näistä havainnoista vain osa jaetaan WMO:n alueelliseen verkkoon. Luotaushavaintoja tehdään tyypillisesti kansallisellakin tasolla niin harvakseltaan, että näistä lähes kaikki lähetetään WMO:n järjestelmään.

Havainnoitavat suureet riippuvat tutkimustarkoituksista ja menetelmistä. Havainnoitavia perussuureita ovat lämpötila, kosteus, sademäärä, ilmanpaine, auringonpaiste, tuulen suunta ja nopeus, pilvisuus, näkyvyys ja vallitseva sää. Tärkeintä havainnoimisessa on, että tuotetut havainnot ovat tarkkoja ja edustavia. Laatu on varmistettava oikein sijoitetuilla ja asennetuilla laitteilla, kalibroidulla laitteistolla ja erilaisilla laadunvarmistusmenetelmillä. Laadunvarmistusprosessiin kuuluu myös havaintopaikasta ja -laitteista kerättävä lisätieto, eli metadata. Metadatan perusteella voidaan mahdollisia ympäristön mittaukseen aiheuttamia haittoja tai laitteiston virheitä kartoittaa ja korjata havaintojen jälkikäsitelyssä. Asiallisen havainnoimisen jälkeen on aineisto vielä jaettava tehokkaasti oikeita väyliä pitkin sille käyttäjäkunnalle, joka pystyy tämän tiedon avulla tuottamaan laadukkaita sää- ja ilmastopalveluita. WMO ylläpitää ja tarjoaa jäsenilleen kansainvälisen havaintojen lähetysjärjestelmän, jolla laadultaan korkeat ja standardimuotoa noudattavat havaintotiedot saadaan tehokkaasti jaettua kaikkien WMO:n jäsenmaiden kesken (WMO, 2013a).

3.1 Säähavainnot

Sää on ilmakehän hetkellinen tila joka määräytyy sen meteorologisista osatekijöistä (WMO, 1992). Säähavaintoja tarvitaan maan pinnalta, sekä ilmakehän eri korkeuksilta aina ilmakehän ylärajalle asti,

jotta voidaan tuottaa sääennusteita ja palveluita. Ennusteiden tekoon käytetään numeerisia säämalleja, joissa lähtötiedoksi tarvitaan laadultaan hyviä havaintoja ilmakehän todellisesta senhetkisestä tilasta. Kansallinen säähavaintoverkko perustuu yksinkertaisimmillaan tiheähköön pintasäähavaintoverkkoon (SYNOP) ja muutamaan luotausasemaan. Tarvittavan havaintoverkon koko ja tiheys riippuu merkittävästi valtion maantieteellisestä koosta ja topografiasta. Toteutuneeseen tiheyteen vaikuttavat myös muun muassa väestötiheys ja jakauma, taloudellinen aktiivisuus, mahdolliset konfliktit, sekä maaston ja tieteellisen tehtävän tarpeista (GCOS, 2015b). Saarivaltioilla ja valtioilla, joilla on paljon rantaviivaa, merialueiden havainnoiminen on myös tärkeää. Mikäli ilmailupalvelut kuuluvat laitoksen toimialaan, tulee pintasäähavaintoverkkoon lisäksi lentokentillä puolen tunnin välein tehtävät METAR–pistehavainnot.

Havaintoasemat tuottavat sääpalveluille ja ennusteille elintärkeää tietoa. Havaintojen tuottaminen asiaankuuluvalla tavalla on kirjattu WMO:n vaatimuksissa (WMO, 2015a). Nämä vaatimukset määrittävät havaintoajat, lähetyssikkunat, mittaustiheyden sekä lähetyksenmuodon. WMO:n vaatimusten lisäksi valtiot voivat itse asettaa määreitä ja standardeja omien tarpeidensa mukaisesti, esimerkiksi mittausten tekotiheys on monissa kehittyneissä valtioissa asetettu WMO:n standardia korkeammaksi. Säähavaintoja tehdään myös kaukokartoitusmetodeja käyttämällä. Näistä yleisimmät ovat satelliitti- ja tutkahavainnot. Satelliittitoiminta on hintavaa ja siksi useimmiten kansainvälisen yhteistyön tulosta. Käytännössä tämä tarkoittaa vähiten kehittyneiden maiden saavan satelliittihavaintonsa muiden maiden tekeminä. Tutkaverkot taas ovat useimmiten valtion omistamia, mutta myös muita verkkoja, esimerkiksi lentoyhtiöiden tai armeijan käyttöön on olemassa.

Havaintoja tehtäessä on tärkeää käyttää huollettuja ja kalibroituja mittalaitteita ja –antureita. Eräs kansallisten meteorologisten laitosten huolista onkin riittävän ja säännöllisen huollon ja laitteiden kunnon tarkistuksen takaaminen.

3.1.1 Pintasää- ja luotaushavainnot

Pintasäähavaintoverkko koostuu synoptisista mittausasemista, jotka havainnoivat sään perussuureita, ja sadeasemista, jotka mittaavat sademäärää. Havaintoverkon on oltava suhteellisen tiheä, jotta se kuvaa olosuhteita tarpeeksi tarkasti. WMO:n standardien mukaan välimatka globaalin pintasäähavaintoverkon asemien välissä saa korkeintaan olla 250 km asutulla alueella ja 300 km harvasti asutulla alueella (WMO, 2010c). Luotausasemat havainnoivat ilmakehän pystyrakennetta ja näiden asemien välillä matkaa saisi WMO:n suositusten mukaan olla enintään 250 km asutulla

alueella ja 1000 km harvasti asutulla tai merellisellä alueella. Alueellisella tasolla suositusvälimatkat voivat olla merkittävästi pienempiä. Esimerkiksi WMO:n alueellisen synoptisen verkon (RBSN) (Kuva 3.1) alueet RA I (Afrikka) ja RA VI (Eurooppa) ovat määrittäneet pintasäähavaintoverkon suositusvälimatkaksi 60–90 km toisistaan. Alueella RA V (Lounainen Tyynimeri) pintasääverkon suositusvälimatka on määritelty 150 km:iin ja luotausasemien välimatka 250 km:in (WMO, 2010c). Kansallisen havaintoverkon etäisyydet ovat monesti vielä lyhyempiä. Varsinkin pitkälle kehittyneissä ja automatisoiduissa havaintoverkoissa välimatkat mittausasemien välillä voivat olla huomattavasti lyhyemmät. Esimerkiksi Iso-Britannian kansallisen meteorologian laitoksen MetOffice:n pintasäähavaintoverkon keskimääräinen etäisyys asemien välillä on noin 40 km (MetOffice, 2017).

Automaattiasemat ovatkin pitkälti vallanneet havainnonteon kehittyneissä maissa. Näiden asemien etuna on edullinen käyttökustannus (ei tarvitse palkata havainnontekijää) ja lähes jatkuva havainnointikyky. Havaintoja voidaan kerätä jopa minuutin väliajoin. Automaattisten havaintojen lisäksi tehdään manuaalisia havaintoja, mikä vaatii koulutetun havainnontekijän, joka havainnoi tilanteen vähintään viisi kertaa (tai kahdeksan kertaa jos mahdollista) vuorokaudessa ja suorittaa mittaukset aina 20 minuuttia ennen tasatuntia. Liitteestä 3 löytyy tarkemmat WMO:n asettamat määritelmät havainnoitavista parametreista sekä havainnontekoajoista.

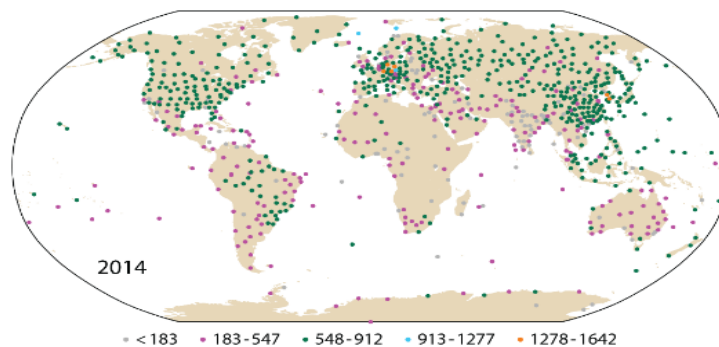
Laadukkaat havainnot ovat mitattavaa ilmiötä ja mittausaluetta edustavia. Tämä ei ole ainoastaan havaintoon sidottu määritelmä, vaan mittauslaitteiston, mittaustiheyden ja mitattaville suureille altistumisen summa (WMO, 2014d).



Kuva 3.2 WMO:n globaaliin säähavaintoverkkoon kuuluvat asemat kartalla (OSCAR, 2017).

Esimerkkinä; Suomen Ilmatieteen laitoksen havaintoasemaverkkoon kuuluu noin 400 eri tyyppistä havaintoasemaa. Näistä 205 on sääasemia ja 88 sadeasemaa (Ilmatieteen laitos, 2017b). Suomen sääasemista 30 kappaletta kuuluu WMO:n alueellisen säähavaintoverkkoon ja 21 ilmastohavaintoverkkoon. Maailmanlaajuisesti WMO:n globaaliin havainto-ohjelmaan (Kuva 3.2) osallistuvia synoptisia havaintoasemia on lähes 5000 kappaletta ja lisäksi noin 7000 harvemmin raportoivaa asemaa (WMO, 2017a).

Luotautiedot ovat tarkkojen numeeristen ennusteiden tekemistä varten erittäin tärkeitä. Luotausverkon tiheys riippuu paljolti maastonmuodoista. Luotaushavaintoja suositellaan tehtäväksi jokaisessa WMO:n jäsenmaassa, mutta tässä esiintyy alueellisesti laajoja puutteita. Suomessa luotausverkko koostuu kolmesta vakituisesta asemasta, mikä on Suomen tarpeisiin nähden riittävä. Luotausasemaverkko on esimerkiksi Keski-Euroopassa paljon tiheämpi (Ilmatieteen laitos, 2017a). Kansainvälisen luotausverkon suurimmat puutteet on laajoilla alueilla Afrikassa, sekä merialueilla (Kuva 3.3).



Kuva 3.3 Määrä 2014 vuodessa tehtyjä luotauksia, jotka ECMWF on vastaanottanut operatiivisesti (GCOS, 2015b). Mukaan on laskettu luotaukset, joista on saatu lämpötilatietoja 500 hPa korkeudelta.

Maailmanlaajuisesti luotausasemia, jotka suorittivat molemmat päivittäiset luotaukset, on 700 (vuonna 2010), ja 200 luotausasemaa, jotka luotaavat kerran päivässä (McIlveen, 2010). Kaikilla WMO:n jäsenmailla ei ole käytössään luotauslaitteistoja, mutta tähän siirtymistä suositellaan.

3.1.2 METAR-havainnot

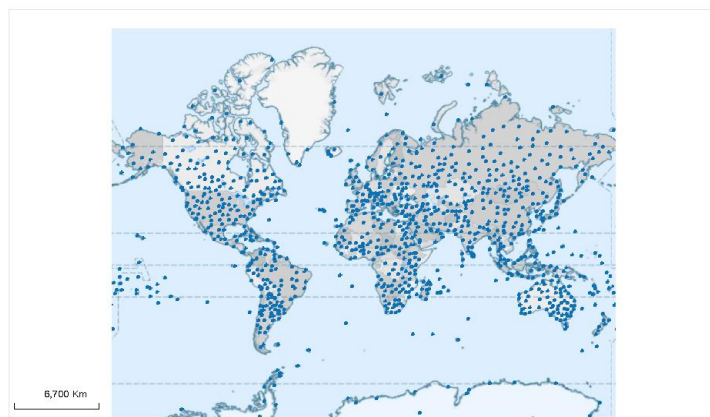
METAR (METeorological Airport Report) on pistehavainto, joka tehdään lentokentällä, tyypillisesti puolen tunnin välein, lentoliikenteen tarpeisiin (havaintoja käytetään esimerkiksi reittisuunnittelussa ja varakenttien valinnassa). Havainnossa ilmoitetaan lämpötila, näkyvyys, ilmanpaine, tuuli (suunta ja nopeus), sääilmiöt (ilmiö ja intensiteetti), ilmanpaine merenpinnassa, kiitotienäkyvyys sekä

pilvisyys (määrä ja pilvenkorkeudet). METAR on pintasäähavainnoista tuotettu lopputuote, jossa havaintodatalle on tehty keskiarvoistuksia ja laskutoimituksia (Ilmatieteen laitos, 2017a). METAR-sanomien muoto ja lähetys on standardisoitu ja noudattaa siviili-ilmailujärjestö ICAO:n Liitteessä 3 määritettyjä säännöksiä. Näissä määritellään havaintosanomien sisältö, muoto ja julkaisuaika (Ilmatieteen laitos, 2015).

3.2 Ilmastohavainnot

Ilmasto on alueellinen säätilojen synteesi, jota kuvataan meteorologisten muuttujien pitkäaikaisilla tilastoilla esim. keskiarvoilla, varianssilla ja ääriarvojen tilastollisella esiintymisellä (WMO, 1992). Sen vuoksi ilmaston ja sen muutosten ja vaihtelun tutkimisen mahdollistamiseksi on oleellista ylläpitää ilmastohavaintotietokantaa, jonka pääasiallinen tarkoitus on kyetä rekisteröimään pitkiä havaintoaikasarjoja (WMO, 2017h). WMO vaatii jäseniään osallistumaan ilmastohavaintoasemalla alueelliseen ilmastohavaintoverkkoon (Regional Basic Climate Network RBCN) sekä maita ylläpitämään referenssihavaintoasemaa (WMO, 2017h; WMO, 2013a). Referenssihavaintoaseman tulee kerätä lämpötila ja sademäärä havaintoja vähintään 30 vuoden aikasarjoissa mahdollisimman muuttumattomassa ympäristössä. (WMO, 2017h)

Ilmastohavaintoasemat voidaan jakaa pääasiallisiin havaintoasemiin (sisältää referenssiaseimat) ja tavallisiin ilmastohavaintoasemiin. Pääasiallisilla asemilla havainnot tulee suorittaa kolmesti vuorokaudessa (tavanomaisesti kello 06, 12, 18 UTC). Näillä asemilla havainnoidaan äärilämpötilojen ja sademäärän lisäksi muita suureita, kuten vallitsevaa säätä, tuulta (suunta ja nopeus), pilvisyyttä (määrää ja korkeutta), näkyvyyttä, kosteutta, ilmanpainetta, lämpötilaa (ilman lämpötilaa sekä sen ääritiloja ja maaperän lämpötilaa), sadantaa, lumipeitettä ja auringonpaistetta. Tavallisilla ilmastoasemilla äärilämpötilojen (lämpötilan minimi ja maksimi) ja sademäärän mittaaminen kerran päivässä riittää (WMO, 2011; WMO, 2013a). Kehittyneissä maissa ilmastoasemat ovat korvaantuneet automaattisilla sääasemilla. Esimerkiksi Suomessa ei ole enää yhtään erillistä ilmastoasemaa, vaan tiedot kerätään samoilla automaattiasemilla kuin muutkin säähavainnot (Ilmatieteen laitos, 2017b). Suuntauksena onkin sää- ja ilmastohavaintoasemien yhdistäminen, koska se on osoittautunut myös taloudellisesti kannattavaksi (Zillman, 2009).



Kuva 3.4 WMO:n globaaliin ilmastohavaintoverkkoon kuuluvat asemat kartalla. Asemat mittaavat lämpötilaa ja sadantaa (OSCAR, 2017).

Ilmastohavaintoverkon tavoite on kuvata valtion ilmasto-oloja, joten asemien tiheyteen ja määrään vaikuttaa alueen koon lisäksi sen topografia. Ilmastohavaintoasemille ei ole WMO:n puolesta asetettu tarkkaa etäisyysrajaa, pelkästään ohjeistus "verkon tulee antaa tyydyttävä ilmastollinen kuvaus kaiken tyyppisistä alueista (esimerkiksi alangoista, vuoristoista, rannikoista, saaristosta). (WMO, 2010c) WMO:n asettamien standardien mukaan (ja WWW vaatimusten), jokaisen jäsenmaan tulee ylläpitää ilmastoreferenssiasemaa, jota voidaan käyttää mittatikkuna ilmaston vaihteluita ja muutosta seurattaessa. Referenssiaseman tulee tuottaa vähintään 30 vuoden havaintosarjoja. (WMO, 2011)

Ilmastohavaintoasemien tiheyteen vaikuttaa maa-alan muodon ja käytön lisäksi tutkittava parametri. Harva verkko riittää kuvaamaan pintapainetta, lämpötilan kuvaamiseen tarvitaan tiheämpi ja tuuliolojen tai sateen tutkimiseen vaaditaan erittäin tiheä havaintoverkko.

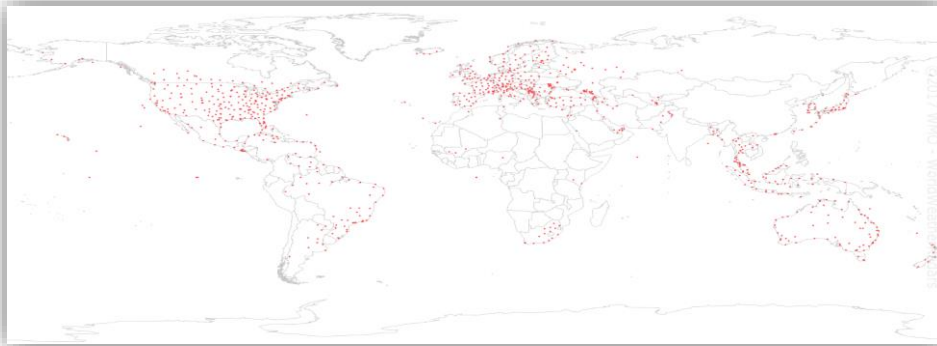
WMO:n suositusten mukaan $250\,000\text{ km}^2$ kokoinen alue tulisi kattaa yhdestä kymmeneen tasaisesti jakautuneella asemalla. Ilmastollisia yläilmakehähavaintoja tulisi tehdä jokaista $1\,000\,000\text{ km}^2$ kohden. Pääasiallisten ilmastopinta-asemien välimatkan tulisi maksimissaan olla 500 km ja yläilmakehäasemien 1000 km. (WMO, 2011)

Kansalliset ilmastohavaintoasemat ovat osa kansainvälistä WMO:n johtamaa globaalia ilmastohavaintojärjestelmää (Global Climate Observing System GCOS), johon pintasäähavaintoasemien (Kuva 3.4) lisäksi kuuluu muita havaintoalueita ja -menetelmiä. (WMO, 2011) Näistä menetelmistä satelliittihavainnot on eräs tärkeimmistä, jolloin saadaan koko maapallon kattavaa havaintotietoa (GCOS, 2015b).

3.3 Tutka- ja satelliittihavainnot

Kaukokartoitusmenetelmät ovat tarjonneet sää- ja ilmastohavainnoille uuden tavan havainnoida laajoja ja vaikeasti tavoitettavia alueita ajallisesti tiheästi. Tavallisimmat kaukokartoitusmenetelmät ovat satelliitti- ja tutkahavainnot. Varsinkin satelliitit ovat tarjonneet paremmat menetelmät niin sää- kuin ilmastotietojen hankinnassa.

Tutkaverkko on erityisen tärkeä nopeasti kehittyvän vaarallisen sään havaitsemiseen ja seuraamiseen, ja sen merkitys reaaliaikaisissa varoituspalveluissa on korostunut. Kaikilla valtioilla ei ole käytössään sääätutkaa sen korkeahkon hankintahinnan vuoksi, tai valtiolla ei ole varaa uudistaa olemassa olevaa sääatutkalustoaan. WMO ei myöskään vaadi jäseniään ylläpitämään tutkaverkkoa. Olemassa olevien tutkaverkkojen havaintojen tehokasta jakoa kuitenkin kannustetaan alueellisella tasolla. WMO:n tutkatietokannan mukaan 88:lla jäsenmaista (jäseniä kaikkiaan 185) on oma sääatutka (WMO, 2017c). WMO:n tekemään kyselytutkimukseen (Sireci, 2015) vastanneista 63 maasta 83 % (52 maata) ilmoitti käyttävänsä sääatutkaa, 3 % lähitulevaisuudessa operoivansa tällaista ja 14 % vastasi ettei tällä hetkellä kykene käyttämään tai hankkimaan sääatutkaa. Kuva 3.5 näyttää kartalla WMO:n järjestelmään havainnoivat tutkat. Kuvasta nähdään, että suurimmat puutteet tutkahavainnoista ovat Afrikan, Etelä-Amerikan ja Aasian alueella. Tyypillisesti tutkahavaintoverkoissa välimatka asemien välillä on 200–250 km, tai 100–150 km alueilla, joita usein uhkaa vaarallinen sää.



Kuva 3.5 WMO:n WWW-ohjelmassa mukana olevat sääatutkat 2017 kartalla (WMO, 2017c).

Satelliittihavainnot ovat käytössä vähintään epäsuorasti jokaisessa sääpalvelussa. Satelliittidatan tuottaminen itse, eli satelliitin rakentaminen ja sen lähettäminen, on niin kallista, että lähes kaikki satelliittiprojektit ovat kansainvälisen yhteistyön tulosta. Satelliittihavainnot tarjoavat globaalisti havaintoja ilmakehästä sen ylärajalta pintakerrokseen asti, myös alueilta, joilta pintasäähavaintoja on

vaikea tehdä (meret, aavikot). Moderneissa globaaleissa numeerisissa säämalleissa suurin osa käytetyistä havainnoista ovat peräisin satelliiteista (Thépaut, 2006).

3.4 Havainnot merialueilla

Merihavainnot luokitellaan tavanomaisesti fysikaalis-dynaamisiin ja biokemiallisiin elementteihin. Fysikaalisdynaamiset ilmiöt ovat usein meteorologian laitoksen vastuulla, ja näitä ilmiöitä ovat esimerkiksi tuuli, lämpötila, kastepiste, näkyvyys, vallitseva sää, paine, pinnan suolaisuus, aallonkorkeus ja – nopeus, jäättilanne, virtaukset ja merenpinnan korkeus (WMO, 2011).

Merihavaintoja tehdään tyypillisesti laivoilla, liikkuvilla tai ankkuroiduilla poijuilla sekä mittausasemilla, kaukokartoitusmenetelmien lisäksi. WMO:lle päivittäin raportoivia liikkuvia poijuja on käytössä noin 1200 (WMO, 2017a). Luotaukset merialueilla tehdään enimmäkseen saarilta tai rannikkoalueilta.

3.5 Havaintojen liitännäistiedot

Paikalliset eroavaisuudet voivat aiheuttaa poikkeavuuksia standardihavainnoista, minkä takia on kerättävä liitännäistietoja havaintoaseman sijainnista, laitteistosta ja huolloista (WMO, 2014d). Liitännäistiedot kattavat kaiken tarpeellisen havainnon tekoa kuvaavan tiedon, jonka ansiosta havainnon voi tunnistaa, löytää, prosessoida ja hyödyntää. Liitännäistiedot kuvaavat kuka, miten, milloin, missä, miksi ja miten tekivät tai manipuloivat havaintoja (WMO, 2015c).

Liitännäistietoja on toimitettava havaintoaseman tiedoista, yksittäisten laitteiden tiedoista, datan prosessoinnista ja tietojen käsittelystä, havaintojen siirtotiedoista ja havaintoverkon yksityiskohdista (WMO, 2004). WMO:n vaatimat liitännäistiedot eivät poikkea toisistaan sää- ja ilmastohavaintojen kohdalla. Täydellinen ilmastohavaintojen liitännäistietosarja alkaa havaintoaseman perustamisesta ja kuvaa katkeamattomasti aseman ja sen ympäristön tilaa (WMO, 2017h). Tarkemmat WMO:n liitännäistietovaatimukset ovat liitteessä 2.

3.6 Havaintojen laaduntarkastus

Havaintotietojen tarkkuus ja laatu vaikuttaa suoraan niistä tuotettaviin tuotteisiin ja palveluihin. Myös ilmastoarkistojen totuudenmukaisuus riippuu tästä (NOAA, 2014). Hyvällä havaintojen laadunvalvontajärjestelmällä poikkeavat tai virheelliset arvot löydetään tehokkaasti ja ennen kaikkea ajoissa. Laadukkaiden havaintojen tarjoaminen onkin eräs kansallisten meteorologian laitosten päätehtävistä.

Havaintojen laadunvalvonta on olennainen osa prosessia. Käytännössä tämä tarkoittaa, että jokaisen lähetettävän havainnon luotettavuus tulisi testata. "Havaintoarvojen laatu syntyy kuitenkin kokonaisuudesta, joka alkaa meteorologisesti edustavan ja/tai mittaustarvetta vastaavan havaintopaikan etsimisellä, laatuvaatimukset täyttävien anturien asianmukaisella asentamisella ja kalibroinnilla sekä luotettavien tiedonkeruujärjestelmien rakentamisella ja ylläpidolla" (Ilmatieteen laitos, 2017a). WMO:n jäsenet sitoutuvat seuraamaan havaintojen laatuvaatimuksia ja seuraamaan näiden toteutumista. Mikäli jäsen ei itse pysty näitä täyttämään on tehtävien siirtämisestä alueelliselle keskukselle sovittava (WMO, 2013a).

Laadunvarmistus kehittyneemmissä maissa tapahtuu pääasiassa automaattisesti. Esimerkiksi pohjoismaisen yhteistyöprojektin NORDKLIM (mukana Tanska, Norja, Suomi, Ruotsi ja Islanti) laadunvalvontajärjestelmässä tarkistus tapahtuu kolmiportaisessa automaattisessa laadunvalvonnassa. Ensimmäinen tarkistus tapahtuu havaintoasemalla havaintolaitteiden diagnostiikkatiedon ja anturien sisäisten raja-arvojen avulla, seuraava lähes reaaliaikainen tarkistus tapahtuu havaintojen saavuttua havaintotietokantaan ennen niiden jakelua kansainväliseen havaintojärjestelmään. Kolmas laadunvarmistus on ei-reaaliaikainen. Kaikki tarkastusprosessissa havaitut poikkeavat havainnot tarkastetaan lopulta manuaalisesti (Ilmatieteen laitos, 2017a).

Reaaliaikaisessa laadunvalvonnassa havainnoista tulee tarkistaa; niiden johdonmukaisuus niin ajallisesti, paikallisesti kuin keskenään, lähetysmuodon noudattavan standardia, puuttuvat havainnot sekä havaintojen noudattavan fysikaalisia/klimatologisia rajoja. Mikäli puutteita ilmenee, on data prosessoitava korjaamalla tai merkitsemällä havainto ennen sen jakamista (WMO, 2014d). Epäjatkuvuudet ja puutteet havainnoissa tulisi myös tiedottaa viipymättä kyseisistä havainnoista vastaavalle keskukselle. Puutteiden esiintymistiheyttä tulisi myös valvoa.

3.6.1 ISO-standardien käyttö

Monet meteorologian laitokset käyttävät kansainvälisiä laatujärjestelmiä havaintojensa laadun takaamiseksi, vaikka tälle ei ole virallista vaatetta, ellei tätä ole erikseen määritelty kansallisessa lainsäädännössä. WMO ja kansainvälinen siviili-ilmailujärjestö ICAO suosittelevat kansainvälisten ISO 9000-laatustandardien käyttöä (WMO, 2013b). Esimerkiksi Suomen Ilmatieteen laitos noudattaa havaintojensa tuotannossa sertifioitua ISO9001:2008-laatujärjestelmää (Ilmatieteen laitos, 2017b). ISO – standardien käyttö on kehittyneillä laitoksilla yleistä, mutta soveltuu kaiken tasoisten laitosten käyttöön sen laadunvalvontaehtojen vaihdellessa maakohtaisesti. Ehdot riippuvat muun muassa laitoksen koosta, kokoonpanosta, toimintaympäristöstä, tavoitteista, resursseista, tuotteista ja palveluista. Ei-meteorologisen laadunvarmistusjärjestelmän käyttö on kuitenkin herättänyt myös huolia osalla WMO:n jäsenmaista, koska sitä pidetään kilpailua suosivana ja sen pelätään kasvattavan eriarvoisuutta kehittyneiden järjestelmää käyttävien valtioiden ja kehitysmaiden välillä (Zillman, 2003).

3.7 Havaintojen keräys, talletus ja lähetys

Sää- ja ilmastohavainnot tulee lähettää sähköisesti havaintojärjestelmän kautta mahdollisimman nopeasti havaintohetkestä. Automaattisilla asemilla lähetys tapahtuu automaattisesti ja heti, kun taas manuaaliasemilla havainto on ensin käsin kirjattava järjestelmään. Kansallisen meteorologian laitoksen operoimasta verkosta asiaankuuluvat havainnot lähetetään eteenpäin kansainväliseen jakoon, suurimman osan havainnoista jäädessä laitoksen omaan käyttöön (havaintopalveluihin ja ennusteisiin). Etenkin ilmastohavainnot tulee myös tallentaa. Tallennusmuoto ja määrät ovat kansallisesti määritettävissä ja yksinkertaisimmillaan tämä tarkoittaa tiettyjen havaintojen tulostusta ja fyysisesti arkistointia, vaikka paine siirtyä elektronisiin arkistoihin on suuri.

Kaikki WMO:n jäsenvaltiot sitoutuvat päätöksen 40 nojalla (WMO, 2015a) jakamaan tietyn määrän perushavainnot ”ilman maksuja ja ilman käyttörajoituksia” (WMO, 1996). 1990-luvun jälkeen lähes kaikki säähavaintojen lähetys on tapahtunut pääasiassa digitaalisessa muodossa. Tavanomaisesti havainnot lähetetään havainnontekopaikalta digitaalisesti havainnonkeruukeskukseen, jossa se asiaankuuluvan laaduntarkastuksen jälkeen jaetaan eteenpäin mahdollisille aluetoimistoille ja WMO:n verkkoon.

WMO:n integroitu globaali havaintojärjestelmä WIGOS on WMO:n ylläpitämä havaintojen ja tuotteiden lähetyksen sekä vastaanottojärjestelmä (WMO, 2015a). Vastuu järjestelmän toiminnasta on kansallisten laitosten hartioilla jäsenten lupautuessa liittymismandaatissaan keräämään, tallettamaan, päivittämään ja julkaisemaan havaintojaan järjestelmän kautta. Järjestelmän kautta lähetettyjen havaintojen tulee olla asiaankuuluvassa koodimuodossa sekä laatutarkastettuja. Lähetyksessä myös ajallinen täsmällisyys on tärkeää, jotta havainnot ehtivät ajoissa käyttäjille.

Virheitä koodimuodossa esiintyy harvakseltaan, esimerkiksi Kiinan meteorologian laitoksen CMA:n havainnoissa vuosina 1951 – 2000 726 havaintoasemalta vain noin 0.05 % havaintoarkistosta havaittiin jälkitarkastuksessa viallisiksi muotoseikkojen tai kirjoitusvirheiden vuoksi (Feng;Hu;& Qian, 2004).

Ilmastohavaintojen lähetyksen ei välttämättä tarvitse/voi tapahtua reaaliajassa. Näitä havaintoja, etenkin vapaaehtoisten havainnoitsijoiden manuaalisesti tekemiä, saattaa tulla viiveellä, jopa postitse kansalliselle meteorologian laitokselle. Esimerkiksi CLIMAT – sanomat raportoivat kerralla koko kuukauden havainnot (WMO, 2009).

4. KANSALLISEN METEOROLOGIAN LAITOKSEN TARJOAMAT SÄÄ- JA ILMASTOPALVELUT

Kansallisen meteorologian laitoksen perustehtävä on kautta aikain ollut taata perustavanlaatuiset julkiset sääpalvelut kansallisiin tarpeisiin sekä palvelut kansainvälisen lento- ja meriliikenteen turvaamiseksi (Zillman, 2003). Nämä koostuvat tavanomaisesti päättäjille suunnatuista ennakkovaroitustiedoista ja päätöksentekoa tukevasta asiantuntijatiedosta, kansalaisille tarkoitetuista varoituspalveluista ja sääpalveluista (esimerkiksi paikkakuntaakohtaisista säähavainnoista ja seuraavan päivän sääennusteista), liikenteen varoituspalveluista sekä kirjosta palveluita elinkeinoelämän tarpeisiin. Näiden kaikkien palveluiden ytimessä on WMO:n sanelema tavoite suojella elämää, omaisuutta ja elantoa (WMO, 2012a). WMO:n mukaan kansallisen meteorologian laitoksen on tuotettava tarvittavat havainnot ja valmistelut ennustus- ja varoitustarpeisiin, jotka vastaavat jäsenmaan vaatimaa tasoa (tämä tulee määrittää kansallisessa lainsäädännössä ja/tai kansallisin sopimuksin), sekä tuotettava erityisiä tuotteita, kuten ilmaston ja ympäristön laadun havainnointituotteita ja ennusteita, sekä ei-reaaliaikaisia ilmastotuotteita (WMO, 2015b).

Kansallisen meteorologian laitoksen tuottamat palvelut voidaan karkeasti jakaa perus ja erikois – palveluihin (Zillman, 2005). Peruspalveilla pyritään takaamaan suvereenin valtion kyky suojata sen kansalaisten elämää ja omaisuutta, lisätä hyvinvointia ja suojella ympäristöä, sekä täyttää WMO:n asettamat kansainväliset vaatimukset ja vastata muihin keskeisiin kansainvälisiin sopimuksiin (WMO, 2003b). Peruspalvelut kattavat sääpalvelu-puolella vain lyhyen ajan ennustukset (alle kolme vuorokautta), eivätkä näin ole riittävät ennakkovaroitusjärjestelmien tarpeisiin (Subbiah;Bildan;& Narasimhan, 2008). Erikoispalvelut kattavat kaikki peruspalveluiden lisäksi tuotettavat palvelut.

Laitoksen kyky tuottaa palveluita vaihtelee maittain. Tähän vaikuttaa muun muassa laitoksen hallintomuoto. Ääripäät hallinnossa ovat täysin valtion omisteiset laitokset, joissa palveluita tuotetaan kansalaisten lisäksi ainoastaan muille valtion osastoille, ja täysin yksityiset laitokset, joissa palveluita tuotetaan kaupallisesti. Osa laitoksista tarjoaa havaintonsa kaupallisille yrityksille ja jättää näille vastuun palveluiden tuottamisesta, kun taas osa laitoksista kilpailee samoilla lisäpalvelun markkinoilla. Eroja tulee myös ennustuskapasiteetissa. Joillakin mailla on omat numeeriset mallit, osan maista käyttäessä muiden tarjoamia palveluita. Enimmäkseen kansallisten meteorologian laitosten palveluntarjonta rajoittuu oman valtion rajoihin, mutta joillakin, tyypillisesti kehittyneillä, laitoksilla toiminta ulottuu myös omien rajojen ulkopuolelle (WMO, 2014c).

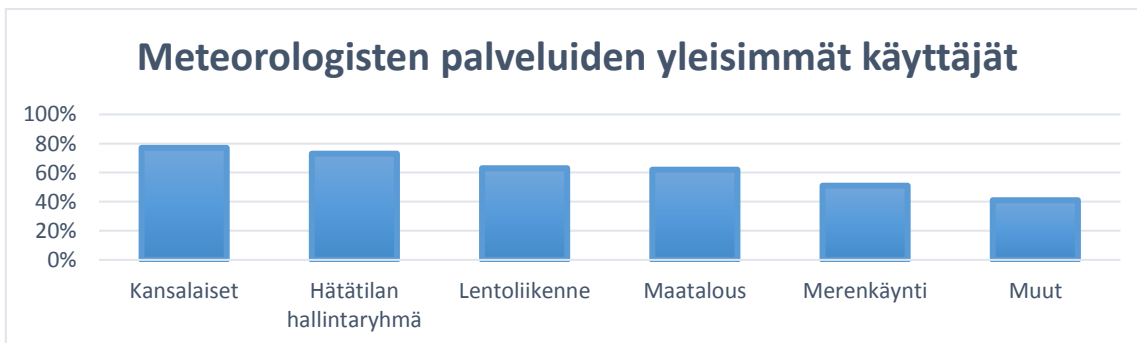
Meteorologisten palveluiden käyttäjäkunta on suuri ja kirjava, ja sen tarpeet ja jakelukanavat vaihtelevat suuresti. Useimmiten meteorologiset palvelut jaetaan segmenteiksi asiakaskunnan mukaan. Tällaisella jaolla (Zillman, 2005) yleisimmät palveluluokat ovat; julkiset sääpalvelut, merisääpalvelut, ilmailusääpalvelut ja puolustusvoimille tehtävät sääpalvelut (eivät kuulu kaikkien kansallisten laitosten vastuulle), ilmastopalvelut ja ympäristöpalvelut. Palveluiden sisällöt on kuvattu taulukossa 4.1. Ilmailu-, ympäristö- ja sotilassääpalveluiden kuuluminen laitoksen toimintaan riippuu maakohtaisesti laitoksen kokoonpanosta ja mandaatista. Merisääpalvelut taas koskettavat ainoastaan rannikko- ja saarivaltioita. Julkiset sääpalvelut ja ilmastopalvelut kuuluvat kaikilla laitoksilla toiminta-alueeseen, joskin palveluiden laajuus vaihtelee suuresti. Näistä pakollisista toimista julkisiin sääpalveluihin kuuluvat varoitussääpalvelut vaativat tilanteen ennakoimista ja reaaliaikaista ennustamista ja seuranta, kun taas ilmastopalveluista suurin osa voidaan operoida ei-reaaliajassa.

Taulukko 4.1 Sääpalveluluokat eroteltuna asiakaskunnan mukaan: (Zillman, 2005)

	Sisältö ja käyttäjäkunta:
Julkiset sääpalvelut	Tarjotaan koko yhteiskunnalle enimmäkseen ilman maksua. Sisältää varoituspalvelut. Voi sisältää laajasti palveluita.

Merisääpalvelut	Tarvitaan merenkäynnin turvallisuuden takaamiseksi, tuottaa myös lisäarvoa edistämällä merenkäynnin ja tähän liittyvän teollisuuden tehokkuutta ja taloudellisuutta.
Lentosääpalvelut	Tuotetaan lentoliikenteen turvallisuuden takaamiseksi. Lisäarvoa tehokkuuden ja taloudellisuuden optimoinnissa kaikille ilmailulle. Palvelut tuottaa usein (70% WMO –maista (WMO, 2012b)) kansallinen meteorologian laitos tai toisinaan oma ilmailun viranomainen.
Sääpalvelut puolustusvoimille	Tukevat puolustusvoimien harjoitus ja toimintatarpeita (maa-, ilma- ja merivoimat) ja mahdollistavat turvallisen harjoittelun. Palvelut tuottaa kansallinen meteorologian laitos tai puolustusvoimien oma yksikkö.
Ilmastopalvelut	Ilmastohavaintojen jalostaminen ja jakaminen, sekä ilmastotietokannan tai arkiston ylläpito. Ilmaston tarkkailua, päätöksenteon avustusta sekä monesti ilmastotutkimusta.
Ympäristöpalvelut	Palveluita liittyen ilman ja veden laatuun. Sisältää sää- ja ilmastopalveluita liittyen ympäristön suojelemiseen ja sen varojen hyödyntämiseen. Tehdään monesti yhteistyössä hydrologian laitoksen kanssa. Palveluita käytetään muun muassa poliittisessa päätöksenteossa apuna.

Edellä mainittujen palveluluokkien (Taulukko 4.1) lisäksi, laitoksesta riippuen, palveluntarjonta voi olla laajempikin. Esimerkiksi maataloudelle tehtävät sääpalvelut, ilmanlaatupalvelut, tieliikennepalvelut, energiapalvelut, terveys-, turismi- ja vakuutuspalvelut ovat monissa laitoksissa tavanomaisesti tuotettuja (WMO, 2017f). Vauraat laitokset tuottavat usein myös tutkimuspainotteisia palveluita kuten avaruussääpalveluita. Näiden lisäksi monet kansalliset meteorologian laitokset tuottavat kaupallisia palveluita. Kansallisen, enimmäkseen verotuloilla toimivan, laitoksen rajapinta kaupallisten kilpailijoiden kanssa ei ole täysin ongelmaton ja on herättänyt paljon ristiriitaisia tunteita etenkin pitkälle kehittyneissä eurooppalaisissa meteorologian laitoksissa. WMO:n tekemän kyselytutkimuksen (WMO, 2012b) mukaan 22 % vastanneista (16/72) kertoi yksityisten yritysten kilpailevan meteorologisten tuotteiden teosta.



Kuva 4.1 WMO:n kyselytutkimukseen vastanneiden jäsenvaltioiden listaus tuottamiensa meteorologisten palveluiden käyttäjäkunnasta (WMO, 2013c)

WMO:n kesä-marraskuussa 2013 tekemän kyselytutkimuksen (Kuva 4.1) mukaan suurin osa vastanneista (97 jäsentä vastasi kaiken kaikkiaan ja tämä vastaa 51 % kaikista WMO:n jäsenistä) ilmoitti palveluidensa pääasiallisiksi käyttäjiksi tavalliset kansalaiset (77 %), poikkeustilanteiden hallintaryhmät (73 %), lentoliikenteen (63 %), maatalouden (62 %) ja merenkäynnin alan (51 %). Muu vaihtoehto keräsi 41 % vastauksista, tänne kuuluvat alat kuten energiantuotanto, vesivoimalat, terveysalat, liikenne, turismi, kaupunkisuunnittelu, asuminen ja rakennustyöt (WMO, 2013c).

Meteorologisten palveluiden on oltava käyttäjien tarpeiden mukaisia ja ennen kaikkea niiden on löydettävä käyttäjän luo nopeasti ja luotettavasti, jotta ne olisivat hyödyllisiä ja niiden tuottajat menestyksekkäitä. Etenkin varoituspalveluiden osalta on kriittisen tärkeää, että viranomaiset ja tavalliset kansalaiset saavat luotettavaa vaaratietoa tarpeeksi ajoissa. Teknologisen kehityksen mukana käyttäjien tarpeet ja kanavat hakea tietoa ovat muuttuneet merkittävästi ja kansallisen meteorologian laitoksen tulisi muuttua mukana (WMO, 2014c).

4.1 Julkiset sääpalvelut

Julkisten sääpalveluiden tuottaminen on eräs tärkeimmistä, ellei tärkein kansallisen meteorologian laitoksen tehtävä (Zillman, 2005). Yksinkertaisimmillaan julkisilla sääpalveluilla tarkoitetaan palveluita, jotka (tavallisesti) kansallinen meteorologian laitos tuottaa yhteiskunnan hyväksi. Näiden palveluiden ytimessä on yleisen turvallisuuden takaavat varoituspalvelut, jotka valtio on velvollinen tuottamaan kansalaisilleen (Zillman, 2005). Varoitusten lisäksi julkisia sääpalveluita voidaan tuottaa hyvin monipuolisesti laitosten varallisuuden ja linjausten mukaan. Tavanomaisesti näihin kuuluu vallitsevan sään kuvaus (lämpötila, sade, tuuli) ja lyhyen ajan sääennusteet (vaihtelee maakohtaisesti 1 -10 vrk:een). Mitään virallisia ohjesääntöjä julkisista sääpalveluista ei ole WMO:n puolesta kirjattu ja käytännöt vaihtelevatkin maittain (WMO, 2017f). Esimerkiksi ennusteiden kansallisesti vaadittu ajallinen tarkkuus sekä paikallinen erottuvuus vaihtelevat maittain. Kansalaisten turvallisuuden lisäksi yksi julkisten sääpalveluiden tarkoituksista on ”edistää kansalaisten tietämystä meteorologian laitoksensa kyvyistä ja tavoista miten käyttää sen toimittamia palveluita” (WMO, 2012a).

Julkisiin sääpalveluihin lasketaan myös ydinonnettomuuksien ja tulivuorenpurkausten seuranta, laskeuman tai tuhkan leviämisen ennustaminen ja kansalaisten asiaankuuluva varoittaminen näistä. Tilanteissa tulee noudattaa WMO:n laatimia toimintaohjeita (WMO, 2013a) laitoksen parhaan kyvyn mukaan.

4.1.1 Varoituspalvelut

Vaarallista sääilmiötä ei ole tarkasti kansainvälisesti määritelty. Täten luokitukseen kuuluvat ilmiöt voivat vaihdella suuresti, niin esiintymispaikan, ajan tai keston suhteen, osan vaikuttaessa miljooniin ihmisiin, toisten yksittäiseen sektoriin (NOAA, 2011). Vaarallisille sääilmiöille altistuu jatkuvasti yhä suurempi osa maailman väestöstä, johtuen väestönkasvusta, tiheästä kaupunkiasumisesta sekä rannikoiden ja merenpintaan nähden matalien alueiden tiheästä asuttamisesta. Tavanomaisia varoitettavia ja vaaralliseksi luokiteltuja ilmiöitä ovat suuren mittakaavan luonnonmullistukset kuten tornadot, hurrikaanit ja tsunamit, pitkään jatkuva kuivuus, ukkosmyrskyt ja mahdolliset rankat raekuurot, äkkitulvat, myrskytuulet ja puuskat. Muita yleisesti varoitettavia ilmiöitä ovat lumimyräkit, geomagneettiset myrskyt, helle jaksot, hiekkamyrskyt, metsäpalovaara ja kovat pakkaset. Varoitettavien ilmiöiden kynnysarvot ja varoituskäytännöt tulee määrittää kansallisella tasolla. Sen lisäksi WMO:n suosituskäytäntönä on jokaisen vaarallisen ilmiön kehityksen seuraaminen ja vaaraluokituksen ennakoiminen (WMO, 2003a). Myös räätälöityjä varoituspalveluita voidaan resurssien ja tarpeiden mukaan tarjota, esimerkiksi Suomen Ilmatieteen laitos tarjoaa jalankulkusäätiöitä ja liukkaista jalankulkukeleista ja varoituksia korkeista ultraviolettisäteilyn arvoista (Ilmatieteen laitos, 2017b).

Varoituspalveluiden tarkoitus on ennakoida, varoittaa ja valistaa vaarallisista ilmiöistä, jotta vahingot (kuolemat, taloudelliset tuhot ja vahingot infrastruktuuriin) jäisivät mahdollisimman pieniksi tai ehkäistäisiin täysin. Varoituspalveluissa ensisijaista on, että varoitukset saadaan julkaistua tehokkaasti ja kaikki pelastus tai suojele – operaatioihin osallistuvat tahot saavat tiedot ajoissa.

Varoituspalvelut ovat useimmiten oman mandaatin alaisia ja niiden tuotantovastuu täysin kansallisella meteorologian laitoksella. Käytäntö on WMO:n kongressin mukaista ja sen tarkoitus on välttää sekaannusta kansalaisten parissa (WMO, 2012a). Näin ollen kansallisella meteorologian laitoksella on tavanomaisesti yksinoikeus julkaista viralliset varoitukset, mutta myös vastuu ylläpitää virallisia tiedotuskanavia ja huolehtia virallisten tahojen ja yhteistyökumppanien saavan tiedot tarpeeksi ajoissa. Käytännöt vaihtelevat maittain ja joissakin maissa muualta kuin virallisilta tahoilta tulevat varoitukset tai virallisen tahon varoittamatta jättäminen voi johtaa lain nojalla rangaistuksiin.

Esimerkiksi Suomessa Ilmatieteen laitos tuottaa varoitukset ja kaupallinen toimija Foreca voi vain välittää nämä varoitukset eteenpäin. Foreca voi myös tuottaa omia varoituksiaan, mutta joutuu nimeämään ne huomautuksiksi tai notifikaatioiksi.

Varoituspalveluiden ollessa eräs laitosten tärkeimmistä palvelun muodoista, on niille määritetty omat kriteerit niin julkisten sääpalveluiden kuin lento- ja merisäänkin puolesta (WMO, 2012a). Kansallisella tasolla meteorologian laitos itse määrittää (laitoksen toimintaohjeissa, toisinaan myös lainsäädännössä) varoitettavien ilmiöiden raja-arvot (WMO, 2003a). Useimmiten kansallinen meteorologian laitos on osa poikkialaista katastrofien toimikuntaa (WMO, 2017f). Myös kansainvälinen yhteistyö on vahvasti läsnä tehokkaassa ennakoinnissa. Etenkin paikallisten yhteistyösopimusten solmiminen naapurivaltioiden kanssa on kaikille osapuolille kannattavaa (WMO, 2012a).

4.1.2 Muut julkiset sääpalvelut

Varoituspalveluiden lisäksi julkisten sääpalveluiden tehtävä on taata kansalaisten terveyden, hyvinvoinnin ja omaisuuden turvallisuus, sekä turvata ympäristö (WMO, 2012a). Määritelmässä on tulkinnan varaa, ja yksinkertaisimmillaan varoitusten lisäksi tarjotaan katsaus päivän havaintoihin sekä ennuste seuraavan päivän säästä. Suuntaa-antava määritelmä tarjottavien julkisten sääpalveluiden laadusta mainitaan usein meteorologian laitoksen missiossa. Esimerkiksi UK MetOffice (MetOffice, 2017) mainitsee ”Missio on tuottaa verorahoille vastinetta sekä arvoa asiakkaille ja osakkaille käyttämällä osaamistaan tuottaakseen hyötyä kansalaisille, valtiolle, taloudelle ja luonnolle.”

Julkisia sääpalveluita voidaan käyttää luonnonvarojen vastuullisen käytön suunnitteluun tai kartoittamiseen. Näistä on hyötyä etenkin suurten infrahankkeiden toteuttamisessa, esimerkiksi patojen tai tieverkostojen rakentamisessa. Ennusteet ja havainnot lämpötilasta, kosteudesta ja ilmanlaadusta taas tarjoavat terveydenhuollon kannalta hyödyllistä tietoa, jolla voidaan esimerkiksi tarkkailla flunssakausia tai vaarallisia hellekausia (WMO, 2017f).

Julkisten sääpalveluiden kirjoon lasketaan myös datapalvelut, jotka voivat koostua esimerkiksi havaintodatan jakamisesta muille käyttäjille. Tämä voidaan maasta riippuen tuottaa ilman kustannuksia tai vaihtoehtoisesti myyden (Gray, 2015).

Julkiset sääpalvelut ovat tiettävästi parantaneet kansalaisten turvallisuutta ja mukavuutta päivittäisessä elämässä, sekä vaikuttaneet etenkin liikenteen turvallisuuden parantamiseen (Zillman, 2005).

Julkisten sääpalveluiden eräänä haasteena on vastata kilpailuun vääristämättä kilpailutilannetta ja säilyttämällä auktoriteetti varoitusten laatijana. Sääennusteita on etenkin länsimaissa tarjolla monesta eri lähteestä. Lähteiden luotettavuus ja tarkkuus vaihtelevat (WMO, 2017f) mutta kansallisen meteorologian laitoksen tulisi pyrkiä ylläpitämään korkeaa standardia.

4.2 Ilmastopalvelut

Kansallinen meteorologian laitos on useimmiten ilmastohavaintojen pääasiallinen tuottaja sekä monesti myös ilmastollisten analyysien tekijä. Ilmastopalvelut koostuvat pitkälti hyödyllisten ilmastohavaintojen ja tiedon tuottamisesta ja jakamisesta informatiivisessa muodossa monella eri aika- ja paikkaresoluutiolla päättäjille, riskien kartoittajille sekä luonnonvarojen käytöstä vastaaville (WMO, 2010b).

Ilmastollisen tiedon käyttömahdollisuudet ovat laajat, koska ilmaston perustila, vaihtelu ja muutokset vaikuttavat niin sosiaalisesti kuin ekonomisestikin. (Esimerkkejä ilmastopalveluiden hyödyistä liitteessä 4) Ilmastopalveluilla pyritään ymmärtämään ja valistamaan ilmaston vaihtelun ja muutoksen vaikutuksista, sekä mukautumaan näihin muutoksiin parantaen yhteiskunnan kestävyyskykyä. Varsinkin ilmastomuutoksen aiheuttama huoli tulevasta on nostattanut kiinnostusta ilmastohavaintojen tehokkaamman käytön puolesta. Asiantuntijatietoa ilmastosta kaivataan etenkin poliittisessa päätöksenteossa ja kestäväen kehityksen turvaamisessa. Ilmastotiedon suurimpiin asiakkaisiin kuuluvatkin valtiolliset tahot, yksityiset yritykset sekä akateeminen sektori.

Ilmastopalveluiden osalta WMO:n verkkoon jaettava tieto päätöksen 40 (WMO, 2015a) mukaisesti on kuukausittainen klimatologinen data, joka on kerätty maalla sijaitsevilta meteorologisilta ja klimatologisilta asemilta. Tämä data sisältää sääparametreja kuten kuukausittaisen keskilämpötilan, kuukauden maksimi- ja minimilämpötilat, keskimääräisen ilmanpaineen, keskimääräisen vesihöyrynpaineen, kuukauden kokonaissademäärän, sekä kuukauden kokonaisauringsäteilyn (WMO, 2017h).

Ilmastopalveluista ehdottomasti tärkein on kansallisen ilmastotietokannan tai arkiston ylläpitäminen. Vähimmillään tämä tarkoittaa paikallisten ilmastohavaintojen keräämistä ja tallettamista pitkältä aikaväliltä. Digitalisaation mukana tallettaminen on kuitenkin huomattavasti muuttunut, ja

ilmastoarkistot löytyvät digitaalisessa ja helposti sovellettavassa muodossa kaikissa pitkälle kehittyneissä laitoksissa.

Ilmastopalveluita toteutettaessa tärkeintä on ymmärtää asiakkaan tarve, kyky jakaa palvelut helposti ja nopeasti ja ennen kaikkea palvelun ja tuotteiden korkean laadun takaaminen (WMO:n asettamat tavoitteet ilmastopalveluiden tuotantoon liittyen liitteessä 4.). Ilmastopalveluita käyttävät yleisesti meteorologien lisäksi valtion eri organisaatiot, media, maatalous, puolustusvoimat, energiasectori, turismi, terveysviranomaiset, teollisuus. Taloudellisen hyödyn mahdollisuudet ovat hyvät ilmastoalalla, sillä jo pienillä parannuksilla esimerkiksi maatalouden tuottavuuteen voi olla laajat hyödyt (WMO, 2012a). Usein ilmastopalveluissa ei riitä tuotteen tekeminen, vaan asiakkaalle on tarjottava tulkinta-apua ennusteiden ymmärtämiseksi ja hyödyntämiseksi (WMO, 2014a).

Ilmastotietojen käyttäjät jaetaan strategisiin ja taktisiin käyttäjiin (WMO, 2011). Strategiset käyttäjät kaipaavat tuotteita, jotka auttavat pitkän aikavälin suunnitelmien laatimisessa. Tähän soveltuvia tuotteita ovat todennäköisyysanalyysit, meteorologisten riskien kartoitukset, yhteenvedot menneestä ilmastosta ja sen piirteistä, sekä tulevaa ennustavat ilmastoskenaariot. Taktiset käyttäjät hakevat havainnoista apua lyhyen aikavälin ratkaisuille. Tyypillisiä ilmastotuotteita näihin tarkoituksiin ovat havainnot meteorologisten ilmiöiden esiintymisestä, yhteenvedot historiallisesta datasta ja yksittäisen havainnon sijoittaminen suhteessa havaintohistoriaan.

Muita tärkeitä ilmastopalveluita ovat etenkin vesivarojen arviointipalvelut, joita käytetään vesivarantojen käyttöä suunniteltaessa, esimerkiksi patoja rakennettaessa (Economic Commission for Africa/African Climate Policy Centre, 2011). Monet kansalliset meteorologian laitokset tuottavat myös klimatologisia ennustetuotteita maatalouden ja muiden pitkistä vaihteluista kiinnostuneiden asiakkaiden käyttöön. Maatalouden saadessa runsaasti painoarvoa maissa, joissa väestön elinkeino on tästä voimakkaasti riippuva, voidaan paikallisella lainsäädännöllä vaikuttaa maatalousennusteiden tuottoon.

4.3 Lentosääpalvelut

Kansalliset meteorologian laitokset tuottavat havaintoja ja useimmissa tapauksissa myös sääpalveluita kansainvälisen ilmailun tarpeisiin. Havaintoja ja ennusteita lentopaikoilta tarvitaan turvalliseen liikennöintiin kentältä lähialueelle. Turbulenssi- ja tuulitietoja lentoreitiltä taas käytetään reitin suunnitteluvaiheessa (WMO, 2017b).

WMO:n kyselytutkimuksen (WMO, 2012b) mukaan 70 % kansallisista meteorologian laitoksista oli myös valtionsa lentosääpalveluista vastaava taho. Nämä palvelut kuuluvat monesti laitosten tärkeimpiin tehtäviin, niiden usein tarjotessa merkittäviä tuloja laitoksella.

Siviili-ilmailujärjestö ICAO toimii lentoasiakkaiden äänitorvena, kartoittaen asiakastarvetta ja laatien näitä vastaavia suosituksia ja palvelustandardeja kansallisten ilmailuviranomaisten kanssa (WMO, 2014c). Meteorologiset standardit laaditaan yhteistyössä WMO:n kanssa ja ilmoitetaan ICAO:n liitteessä 3 sekä WMO:n Teknisten säädösten osassa II - Meteorologiset palvelut kansainväliselle lentoliikenteelle.

ICAO:n vaatimukset eivät ole sitovia ja valtio saa itse päättää missä määrin niitä noudattaa. Poikkeamista ICAO:n ohjeisiin tulee kuitenkin ilmoittaa ICAO:lle. Mikäli jäsen jatkuvasti rikkoo ICAO:n suosituksia ja ohjeistuksia vastaan voidaan jäsenen äänioikeus ICAO:n hallituksessa hyllyttää (ICAO, 2017).

Lentosääpalveluiden tuotanto koostuu pääasiassa lentokentille tehtävistä pistemäisistä TAF - ennusteista, koko alueelle annettavista ylätuuliennusteista, varoituksista sekä merkittävän sään SWC-ennustekartoista. Monesti myös pienilmailulle tehdään omia tekstiennusteita ja asiakkaan tilauksesta laitokset saattavat tuottaa räätälöityjä palveluita.

TAF-ennusteita käytetään ensisijaisesti lennonsuunnittelussa, joten ennusteessa käsitellään ainoastaan operatiivisen lentotoiminnan kannalta merkittäviä sääsuureita. Näitä ovat muun muassa keskituulen suunta ja nopeus, sekä voimakkaat puuskat, vallitseva sää, näkyvyys, pilvien määrä ja korkeus ja sadanta, sekä näiden suureiden merkittävät muutokset ennustejakson aikana. Ennuste ulottuu pisimmillään 24h eteenpäin ja tehdään tavallisesti kolmen tunnin välein, joten hyvillä säähavainnoilla on ennusteen laatuun kriittinen merkitys. Sääpalveluihin kuuluu myös voimassa olevan TAF-ennusteen seuranta ja sen mahdollinen korjaaminen tai peruuttaminen (Ilmatieteen laitos, 2015). Ennuste noudattaa ICAO:n liitteessä 3 määriteltyä koodimuotoa ja raja-arvoja (pari kansallista poikkeusta).

Lentosäävaroituksia laaditaan laaja-alaisista tai muuten merkittävistä vaarallisiksi luokitelluista sääilmiöistä ja tulivuoriperäisestä tuhkasta. Nämä julkaistaan SIGMET-sanomana. Se voi olla voimassa korkeintaan 4 tuntia ja on tilanteen pidempään jatkuessa päivitettävä aina uudestaan. Varoitettavia ilmiöitä ovat esimerkiksi tiheät ukkospilvet, ukkonen puuskarintaman yhteydessä,

pilvimassan sisällä oleva ukkonen ja kuurot joissa esiintyy voimakasta raesadetta, voimakas jäätäminen ja jäätävä sade, vuoristoaallot ja voimakas turbulenssi (Ilmatieteen laitos, 2015).

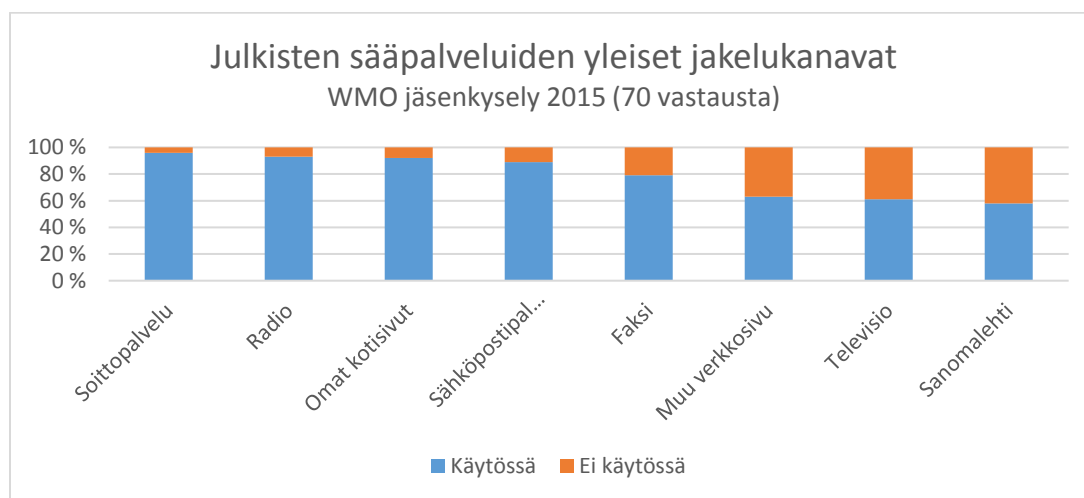
Parannettavaa lentosääpalveluissa on etenkin palveluissa lentokentillä. Pistemäisten TAF-ennusteiden ja varoitusten lisäksi mitään palveluita ei ole määritetty ICAO:n säädöksissä, vaan kaikki sovitaan paikallisten kenttäviranomaisten ja palveluntarjoajan kesken mikä voi johtaa sekaannuksiin ja toimintakatkoihin (WMO, 2014c).

4.4 Laadunvarmistusjärjestelmä

Laadunvarmistusta ei harjoiteta ainoastaan havaintoihin, vaan sitä tulisi myös tehdä jokaisessa vaiheessa havainnonteosta lopputuotteeseen, jotta mahdolliset virheet ja ongelmat voitaisiin estää. Palveluntuotantojärjestelmää tarkkailemalla voidaan myös huomata mahdolliset epäkohdat asiakkaan tarpeiden ja tuotannon välillä, tai esimerkiksi ongelmat palveluiden jakomenetelmissä (WMO, 2014c).

4.5 Palveluiden jakotapa ja käyttöoikeus

Palveluiden jakokanavat ja tavat riippuvat kyseisen palvelun käyttäjistä ja käyttäjatarpeista. Useimmiten meteorologisten palveluiden käyttäjäkunnassa on julkisen sektorin edustajia, monesti katastrofien hallintaan osallistuvia, maatalouden ja liikenteen alan sekä terveydenhuollon ja turismin alojen edustajia. Yhteistyö välittäjien, kuten median kanssa, jotka jalostavat laitoksen palveluita tai vaativat räätälöityjä tuotteita, on myös tärkeää (WMO, 2014c).



Kuva 4.2 WMO:n 2015 teettämän kyselytutkimuksen (vastauksia 70 kpl) mukaiset yleisimmät julkisten sääpalveluiden jakelukanavat (WMO, 2015d).

WMO:n 2015 tekemän kyselytutkimuksen (Kuva 4.2) mukaan yleisimmät julkisten sääpalveluiden välitysmuodot olivat puhelin, radio, televisio ja internet. Kaikki kanavat eivät kuitenkaan tavoita samaa yleisömäärää. Esimerkiksi tavanomaisella puhelinpalvelulla tavoitetaan kerrallaan yksittäinen asiakas, kun taas verkkosivujen kautta potentiaalisesti miljoonia. Verkkopalvelujen suosio onkin ollut jatkuvassa nousussa (WMO, 2015d).

4.5.1 Tärkeitä yhteistyökumppanit

Etenkin julkisten sääpalveluiden kohdalla on elintärkeää, että palvelut voidaan tehokkaasti jakaa käyttäjille. Varoitukset kulkevat virallista kanavaa pitkin (ennakkovaroituksia pelastustyöhön osallistuville ja mahdollisen varoitusluvan saaminen), mutta kansalaiset nämä saavuttavat useimmiten valtamedian, television tai radion, kautta. Meteorologian laitosten on pidettävä näihin jakokanaviin hyviä suhteita, jotta ne toimisivat mahdollisimman tehokkaasti. Mediasuhteiden lisäksi kansallisia meteorologian laitoksia suositellaan solmimaan yhteys terveyden ja hyvinvoinnin viranomaisiin, pelastus ja turvallisuusjärjestöihin, sekä kestävä kehityksen ja ympäristökehityksen järjestöihin (WMO, 2012a).

Hyvät suhteet mediaan myös useimmiten vahvistavat kansallisen laitoksen kuvaa hyödyllisenä ja luotettavana instituutiona. Tämä voi helpottaa laitoksia rahoituksen suhteen.

Viranomaisten ja mediasuhteiden lisäksi laitokset voivat sopia yhteistyösopimuksia kaupallisten toimijoiden kanssa. Tavanomaisia kaupallisia yhteistyökumppaneita ovat: liikennesektori, maa- ja metsätalous, energian tuotanto, turismi, rakennusala, viestintä, vakuutusala ja talousarvioita tuottavat laitokset (WMO, 2012a).

5. LAITOSTEN TOTEUTUNEET TEHTÄVÄT JA TILANNE MAAILMALLA

Kansallisten meteorologian laitosten koko ja kehitysaste vaihtelevat maasta toiseen. Länsimaiset, pitkät perinteet omaavat laitokset edustavat kehittyneintä osaa, jossa automatisointi ja digitalisointi on viety pitkälle ja tuotteita sekä palveluita tehdään hyvin laajalle asiakaskunnalle. Heikoiten pärjäävät köyhät valtiot, joilla infrastruktuurin ylläpito ja käyttäminen tuottaa ongelmia. Maat voidaan jaotella usealla eri tavalla. Tavallisesti puhutaan vähiten kehittyneistä maista, kehittyvistä maista ja kehittyneistä maista. Laitosten vähimmäisvaatimuksina voidaan pitää WMO:n asettamia

standardeja, joita kaikki jäsenmaat pyrkivät noudattamaan. Nämä standardit on laadittu heikoimman jäsenen mukaan, ja näitä vaatimuksia voidaan hitaasti nostaa mikäli laitosten tietotaito ja varustetaso kansainvälisesti nousee. Tämän vuoksi vähimmäisvaatimuksista puhuttaessa on kuvaavinta tutkia vähiten kehittyneimpien valtioiden tilannetta. Taulukot 5.1 ja 5.2 kuvaavat vähiten kehittyneimpien maiden luokituksen mittareita, sekä listaavat kategoriaan kuuluvat WMO:n jäsenvaltiot.

Taulukko 5.1 Taulukko kuvaa vähiten kehittyneiden valtioiden luokituksen parametreja. Vähiten kehittyneisiin valtioihin kuuluu myös pieniä saarivaltioita, sekä sisämaavaltioita. (WMO, 2017g; UN-OHRLLS, 2017)

Vähiten kehittyneet valtiot	<ul style="list-style-type: none"> - Valtioita karakterisoi äärimmäinen köyhyys, heikot tai olemattomat edellytykset taloudelliseen kasvuun, vakavat rakenteelliset haasteet, hauraus ulkoisten kriisien sattuessa - Kriteereinä: kolmen vuoden keskimääräinen bruttokansantuote per asukas alle US\$1035, matala HAI-indeksi* ja korkea EVI-indeksi** - 48 maata, joista 34 Afrikassa, 8 Aasiassa, 5 Lounaisella Tyynellämerellä ja 1 Karibialla - 2015 kyseisten valtioiden väestö vastasi 13 % maailman väestöstä - 2014 keskimääräinen BKT asukasta kohden oli US\$952
Pienet saarivaltiot	- 9 vähiten kehittyneistä valtioista (globaalisti 38)
Sisämaavaltiot	- 16 vähiten kehittyneistä valtioista (globaalisti 31)

*Ihmisten työvoimaindeksin HAI:n (Human Assets Index) laskennassa otetaan huomioon; lapsikuolleisuus, aliravitsemus, peruskoulutus ja aikuisten lukutaito. Matala HAI-indeksi kertoo rakenteellisista haitoista ja matalasta kehityskyvystä ihmisvoimien suhteen. **Taloudellisen haavoittuvuuden indeksi EVI (Economic Vulnerability Index) huomioi; väkiluvun, sijainnin, viennin, maa- metsä- ja kalatalouden osuuden, väestömäärän matalilla rannikkoalueilla, viennin stabiiliuden, alttiuden luonnonkatastrofeille sekä maatalouden stabiiliuden. Korkea EVI-indeksi kertoo talouden rakenteellisesta heikkoudesta.

Taulukko 5.2 Lista vähiten kehittyneistä maista (Toukokuussa 2016). Oranssilla värillä merkitty sisämaavaltiot ja sinisellä saarivaltiot (UN-OHRLLS, 2017).

Afganistan	Gambia	Lesotho	Sao Tomé ja Príncipe
Angola	Guinean tasavalta	Liberia	Senegal
Bangladesh	Guinea-Bissau	Madagaskar	Sierra Leone
Benin	Haiti	Malawi	Somalia
Bhutan	Itä-Timor	Mali	Sudan
Burkina Faso	Jemen	Mauritania	Tansanian yhdistynyt tasavalta
Burundi	Kambodza	Mosambik	Togo
Djibouti	Keski-Afrikan tasavalta	Myanmar	Tsad
Ekvatoriaalinen Guinea	Kiribati	Nepal	Tuvalu
Etelä-Sudan	Komorit	Niger	Uganda
Eritrea	Kongon demokraattinen tasavalta	Ruanda	Vanuatu
Etiopia	Laosin demokraattinen kansantasavalta	Salomon saaret	Zambia

Kaikkein haavoittuvaisimpia ovat köyhät ja kehittyvät maat, joissa laitokset kärsivät vähistä varoista, huonosta organisoinnista, päällekkäisestä infrastruktuurista ja vähäisesti koulutetusta

henkilökunnasta. Näitä samaisia maita runtelevat luonnonkatastrofit, eikä niiden infrastruktuuri tue kansalaisten tehokasta tiedottamista uhkista (Rogers & Tsirkunov, 2013). Maailmanpankin raportin mukaan (World Bank, 2010) kehittyvät maat saavat osakseen 75–80% ilmastonmuutoksesta aiheutuvista vahingoista. Varovaisten arvioiden mukaan hydrometeorologisten palveluiden ja varoitusjärjestelmien kehittäminen voisi pelastaa 23 000 henkeä kehitysmaissa vuosittain, sekä estää katastrofeista johtuvat US\$3 – 30 miljardin vuosittaiset taloudelliset tappiot (Hallegatte, 2012). Alhaisten tulotason maiden hydrometeorologisten palveluiden päivittäminen tuottaisi noin US\$1.4 miljardia voittoa sosioekonomisina hyötyinä vuosittain (Kull;Graessle;& Aryan, 2016).

Kansainvälisesti meteorologian laitosten suorituskyky on heikentynyt kehittyvissä ja vähiten kehittyneissä maissa viimeisen 15–20 vuoden aikana (Rogers & Tsirkunov, 2013). Käännös huonompaan on johtunut pitkälti useista muutoksista globaalissa talouspolitiikassa sekä yhteiskuntapoliittisista syistä, jolloin laitosten harjoittamaa kansainvälistä yhteistyömallia on alettu kyseenalaistamaan (Zillman, 2003). Kansallisesti suorituskyvyn heikentyminen johtuu useimmiten niukoista varoista, jolloin perustavanlaatuista infrastruktuuria ei ole voitu uusaa, eikä kapasiteetti kohentaa nykypäivän vaatimuksiin niin tietotekniikan kuin tilojen suhteen. Muita syitä ovat laitosten huono näkyvyys (joka vaikuttaa työn arvostukseen ja rahoitukseen), taloudelliset uudistukset sekä joissakin tapauksissa sotilaalliset konfliktit. Syistä riippumatta noin 100 kansallista meteorologian laitosta kaipaa uudistusta. Näistä yli puolet sijaitsee Afrikassa (Rogers & Tsirkunov, 2013). Joissakin tapauksissa tietoa ja palveluita on saatavilla, mutta käyttäjät eivät tiedä näistä tai pääse käsiksi niihin (WMO, 2014a).

Tehokas kansainvälinen yhteistyö on ollut vahvasti sidoksissa laitosten edistysaskeliin ja palveluiden tason nousuun globaalisti (Zillman, 2008). Yhteistyön muodoista kansainvälisesti tärkein on ollut sää- ja ilmastohavaintojen jakaminen globaalisti. Kansainvälisen havaintojen vaihdon tukirankana voidaan pitää WMO:ta, joka vaatii jäsenmaita jakamaan olennaiset havainnot ilman rajoituksia tai kustannuksia (WMO, 2015a). Vaikka tämä yhteistyö on monesti todettu tuottoisaksi kaikille osapuolille (Zillman, 2003; Kull;Graessle;& Aryan, 2016), ei tilanne välttämättä ole pysyvä. Osassa jäsenmaita ovat budjettileikkaukset ja paine tehostaa sekä tuotteistaa palveluita muuttaneet näkemystä vapaasti jaettavien havaintojen ja tuotteiden laadusta ja määrästä (Zillman, 2003; National Research Council, 2003). Yhteistyötoiminnan jatkuvuuden takaaminen onkin eräs suurimmista kansainvälisistä haasteista.


Uudistusten tekeminen ei ole helppoa eikä halpaa. Varovaisten arvioiden mukaan eniten uudistamista kaipaavien laitosten uudistaminen kehitysmaissa maksaisi US\$1.5 - 2 miljardia, sekä vuosittaisia ylläpitokustannuksia kertyisi noin US\$400 – 500 miljoonaa (Rogers & Tsirkunov, 2013).

Myös laitosten hallinnollinen sekä valtion poliittinen ilmapiiri saattavat vaikeuttaa uudistuksia. Rahaa uudistusprojekteihin on vaikea saada, mikäli laitoksen palveluita ja tehtäviä ei arvosteta (Zillman, 2003). Suurien ja teknisesti vaativien uudistusprojektien kohdalla ongelmaksi muodostuu usein paikallisten puutteelliset projektienjohtamistaidot. Ilman henkilöstön koulutusta suurin osa kehityshankkeista jääkin tehottomiksi (WMO, 2010a).

5.1 Toteutuneet havaintopalvelut

Havaintopalvelut vaihtelevat maasta toiseen. Vaihtelua on havainnointeja ajallisessa tiheydessä, havaintoasemien maantieteellisessä tiheydessä, laitteistossa ja metodeissa. Havaintojärjestelmä on tyypillisesti laitoksen kallein osa infrastruktuuria, ja sen operointi ja päivittäminen riippuu monesti käytettävissä olevasta budjetista, ja koska laitokset ovat pitkälti verorahoilla toimivia, on köyhien maiden tilanne heikko. Valtion bruttokansantuote ei kuitenkaan kerro koko totuutta. Monissa kehittyneissä maissa infrastruktuuri on vanhentunut ja muuttuneen poliittisen ilmapiirin takia sille on vaikea löytää tarvittavaa rahoitusta.

Kehittyneimmissä maissa on tiheän pintasääverkon lisäksi luotausverkko, tutkaverkko sekä osallisuus satelliittihavainnoinnissa. Vähiten kehittyneissä maissa nojataan harvaan, usein päivitystä kaipaavaan pintasääverkkoon, ja jo luotausaseman ylläpito on monelle valtiolle raskas taakka, puhumattakaan tutkaverkosta. Vähiten kehittyneet maat pystyvät itse harvoin osallistumaan satelliittien kehityshankkeisiin, mutta lähes kaikki laitokset pystyvät silti vastaanottamaan satelliittihavaintoja. Tilanne kehitysmaissa paranee askeleittaan infrastruktuuria päivittämällä ja ennen kaikkea kouluttamalla laitosten henkilökuntaa (Kuva 5.1). Laitosten kehitys vaatii kuitenkin paljon resursseja, joita harvoin on tarjolla, niin rahallisessa muodossa kuin myös asiantuntija-apuna.

Tilanne kehitysmaissa		Tilanne pitkälle kehittyneissä valtioissa
<ul style="list-style-type: none"> - Harva pintasäähavaintoverkko - Ei välttämättä luotaushavaintoja - Manuaalista havainnontekoa -> synoptiset havaintoajat - Yksinkertaiset laadunvarmistusjärjestelmät - Vähän koulutettua henkilökuntaa 		<ul style="list-style-type: none"> - Tiheä pintasäähavaintoverkko - Riittävästi luotaushavaintoja - Pitkälti automatisoitua havainnontekoa -> lähes jatkuvaa havainnointia - Automatisoitu laaduntarkastus - Myös muita havaintoverkkoja, esimerkiksi tutka- ja salamaverkko - Riittävästi koulutettua henkilökuntaa

Kuva 5.1 Havaintoinfrastrukturi on kehitysmaissa hyvin toisenlainen kuin pitkälle kehittyneissä vauraissa valtioissa. Kehitysmaissa järjestelmät ovat monesti puutteellisia ja kaipaavat päivitystä ja automatisointia. (WMO, 2008)

Havaintoverkkojen tiheys sekä toimivuus vaihtelevat maittain, mutta WMO:n globaalia havaintojärjestelmää voidaan pitää suuntaa-antavana alueiden toiminnasta. Valtioilla, joilla on tiheä ja toimiva havaintoverkko, WMO:n järjestelmään rekisteröidään vain osa havainnoista, kun taas mailla, joilla havaintoverkko on harva tai puutteellinen, suhteellisesti suurempi osa havaintoasemista rekisteröi havainnot WMO:lle.

WMO:n globaali havaintojärjestelmä koostuu noin 11 000 pintahavaintoasemasta, jotka havainnoivat vähintään kolmen tunnin välein ilmakehän tilaa. Näistä yli 4000 asemaa on alueellisesta synoptisesta havaintojärjestelmästä ja 3000 alueellisesta klimatologisesta havaintojärjestelmästä. Globaaliin havaintoverkkoon kuuluu myös noin 1300 luotausasemaa. Näistä kaksi kolmasosaa luotaavat 00UTC ja 12 UTC aikoina ja noin 100–200 asemista luotaavat vain kerran päivässä. Merialueilta luotaushavaintoja verkkoon saadaan noin 15 laivalta, enimmäkseen Pohjois-Atlantin alueelta. Edellä mainittuja havaintoja täydennetään vielä lentokoneiden ja satelliittien tekemillä havainnoilla (WMO, 2017a).

Taulukko 5.3 Listaus WMO:n alueellisen ilmasto- ja säähavaintoverkon asemamääristä alueittain (WMO, 2017a). Ilmastohavaintotiedot päivitetty 15.11.2015 ja synoptiset havaintotiedot 1.12.2015. Arvot WMO:n vaatimista synoptisten havaintoasemien määrästä (WMO, 2005).

	Maanosa/alue	Alueelliseen ilmasto havaintoverkkoon raportoivat asemat	Alueelliseen synoptiseen havaintoverkkoon raportoivat asemat	Pinta-asemat	Luotaus-asemat	WMO:n vaatimat synopasemat 2004
1	Afrikka	712	781	773	74	611
2	Aasia	673	1696	1634	286	1234
3	Etelä-Amerikka	288	440	433	53	435
4	Pohjois-Amerikka	349	698	635	134	512

5	Lounainen Tyynimeri	269	404	397	88	395
6	Eurooppa	606	958	888	124	770
	Yhteensä:	2896	4977	4760	759	3957

Havainnonteossa on puutteita etenkin Afrikan maalaisalueilla (Taulukko 5.3). Kyseiseltä alueelta lähetettyjen havaintojen laadussa on myös havaittu puutteita, ja havaintokatkot ovat yleisiä (United Nations Economic Commission for Africa, 2011).

WMO:n (2006) kyselytutkimuksen mukaan lähes kaikilla vähiten kehittyneiden valtioiden meteorologian laitoksilla on havainto- ja tietoliikennejärjestelmät, mutta näistä lähes kaikki kaipaavat päivitystä (WMO, 2008). Kyselytutkimuksesta käy myös ilmi, että vähiten kehittyvillä mailla ja etenkin pienillä saarivaltioilla on suuria ongelmia tuottaa havaintoja vuorokauden ympäri.

Myös globaalissa ilmastohavaintojärjestelmässä on parannettavaa. Richterin (2015) raportin mukaan havaintoverkko on heikentynyt alueittain, eikä korjaaviin toimiin ole ryhdytty. Havaintoverkkoa tulisi myös tihentää vuoristoalueilla (GCOS, 2015a). Ongelmana on myös luotaushavaintojen vähyys (Richter, 2015). Kaikkia havaintoja ei myöskään jaeta kansainväliseen verkkoon, etenkin Afrikassa tehtävistä havainnoista osa jää puuttumaan (GCOS, 2015b).

5.2 Toteutunut palveluntarjonta

Sääpalveluiden ytimessä on yleisen turvallisuuden takaavat varoituspalvelut, jotka laitoksen tulisi kyetä tuottamaan kaikissa tilanteissa. Se, kuinka ajoissa varoitus annetaan ja tehdäänkö varoitukseen johtanut ennuste paikallisesti vai käyttäen esimerkiksi WMO:n kansainvälisen myrskykeskuksen ennustetta, vaihtelee. Huonosti varustelluilta meteorologian laitoksilta puuttuu usein kyky tuottaa pitkiä tai keskipitkiä numeerisia ennusteita. Heikoimmillaan laitoksen oma ennustuskky rajoittuu muutamaan seuraavaan päivään. Kyky tuottaa ja/tai hyödyntää pidempiä ennusteita tukisi tehokkaita ennakkovaroitusjärjestelmiä, jotka puolestaan auttaisivat tehokkaampaa ennakoimista esimerkiksi maatalouden tarpeiden kannalta, mikä taloudellisesti hyödyttää koko kansakuntaa (Subbiah; Bildan; & Narasimhan, 2008).

WMO:n kyselytutkimukseen (WMO, 2013c) vastanneista maista 81 % ilmoitti tuottavansa sesonkiennusteita, 69 % kuukausittaisia ennusteita, 64 % ilmastokatsauksia, mutta pitkän ajan ennusteita tuotti ainoastaan 47 % vastanneista 91 valtiosta.

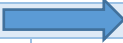
Vähiten kehittyneiden valtioiden palveluntarjonta keskittyy varoituspalveluiden lisäksi enimmäkseen ruuan tuotannon, liikenteen turvallisuuden ja terveystietopalveluiden turvaamiseen. WMO:n (2006) kyselytutkimuksen mukaan vähiten kehittyneistä maista yli kaksi kolmesta tuotti kaikkia edellä mainittuja palveluita (WMO, 2008). Kyselytutkimuksesta käy myös ilmi, että 83 %:lla vähiten kehittyneiden maiden kansallisista meteorologian laitoksista on oman virallinen julkisten sääpalveluidenohjelma jota toteuttaa. Ohjelmien tärkeimmäksi anniksi tunnistettiin osakkaiden ja päätöstentekijöiden kouluttaminen vaarallisten sääilmiöiden ja näistä annettavien varoitusten ymmärtämisessä.

Kansallisella tasolla ongelmia on etenkin ilmastopalveluiden tuottamisen kanssa. Vähimmillään nämä palvelut koostuvat ilmastohavaintojen arkistoinnista. Asianmukaisen ilmastotietokannan ylläpito onkin osoittautunut monelle, etenkin köyhälle, laitokselle haasteelliseksi. EUMETNET'in (2013) raportin mukaan WMO:n jäsenmaista 50:llä on riittämätön ilmastotietokanta ja 25:llä tietokanta on vain osittain, jos laisinkaan käytössä (EUMETNET, 2013).

Monipuolisten ilmastopalveluiden tuotannossa tilanne on heikoin vähiten kehittyneissä maissa, joissa puutteellisten tietokantojen lisäksi puuttuvat keinot ja kanavat vuoropuheluun palveluiden käyttäjien kanssa (WMO, 2014a).

Taulukko 5.4 Palveluiden tarjonnan karkeat erot heikoissa ja pitkälle edistyneissä kansallisissa meteorologian laitoksissa:

Vähiten kehittyneet laitokset	Pitkälle kehittyneet laitokset
Varoituspalvelut	
Palvelut koostuvat lähinnä varoituspalveluista Tiedottaminen usein kapea-alaista Varoitusten julkaisu saattaa vaatia monimutkaista byrokratiaa	Vakiintuneet toimintamallit ja selvät yhteydet muihin turvallisuustoimijoihin. Tiedotus toimii kaikissa tilanteissa. Tehdään ennaltaehkäisevää toimintaa, sekä tapauksen jälkeen tapaustutkimuksia toiminnan tehostamisen vuoksi.
Muut tarjotut sääpalvelut	
Tuotetut palvelut usein sektorikohtaisia ja paikallisten prioriteettien mukaisia, tavoittavat rajallisen käyttäjäkunnan. Prioriteetit kansallisten primääripalveluiden turvaamisessa.	Automatisoitua palveluntuotantoa. Monia kanavia, jolla tavoittaa käyttäjä. Suuri käyttäjäkunta ja paljon räätälöityjä palveluita. Kartoitetaan aktiivisesti asiakkaan tarpeita ja pyritään vastaamaan näihin.

Ilmastopalvelut	
Arkistoidaan referenssiaseman havainnot	 Digitaalinen arkistointi Kehitetään aktiivisesti lisäpalveluita. Osallistutaan tutkimustoimintaan ja pyritään valistamaan ilmastoasioissa kansalaisia.

Erot palvelun tarjonnassa ovat maakohtaisia ja ne määräytyvät monesta tekijästä, kuten valtion poliittisista päätöksistä ja halukkuudesta tuottaa palveluita, käytettävästä budjetista sekä laitoksen kyvystä ymmärtää ja vastata loppukäyttäjän tarpeisiin. Vähiten kehittyneet laitokset tarjoavat tyypillisesti varoituspalveluiden lisäksi hyvin suppeasti muita palveluita, ja nämä keskittyvät tavanomaisesti paikallisen elinkeinoelämän tarpeisiin (esim. maatalous, liikenne). Pitkälle kehittyneet meteorologian laitokset tarjoavat kattavasti julkisia sääpalveluita ja saattavat palvella suurta kansainvälistä asiakaskuntaa monilla räätälöidyillä, jopa täysin kaupallisilla palveluilla. Kehittyneiden laitosten suurimmat avut ovatkin pitkälle viety automatisointi, asiakkaan tarpeiden tehokas kartoitus sekä aktiivinen osallistuminen kansainväliseen yhteistyöhön ja tutkimustoimintaan. Taulukko 5.4 kuvaa vähiten kehittyneiden laitosten edustaman kansainvälisen vähimmäistason ja pitkälle kehittyneiden laitosten tavoitetason karkeita eroja.

5.3 Kansainvälinen yhteistyö

Sää- ja ilmastopalveluissa kansainvälinen yhteistyö on elintärkeää (WMO, 2007) ja kaikkia osapuolia hyödyttävää (Taulukko 5.5). Tavallisin yhteistyömuoto on kansainväliseen järjestöön (esim. WMO ja IPCC) kuuluminen. Järjestöjen lisäksi yhteistyötä tehdään sitoutumalla kansainvälisiin sopimuksiin ja solmimalla sopimuksia esimerkiksi naapurimaiden kanssa.

Tärkeimpänä kansainvälisenä yhteistyönä voidaan pitää WMO:ta, mutta myös esimerkiksi kansainvälistä meriturvallisuussopimusta (kansainvälisen merenkäyntijärjestön alainen) ja siviili-ilmailun sopimusta (ICAO:n alainen) noudatetaan laajalti (WMO, 2012a).

Varsinkin ilmastopalveluiden tuottamisessa monet köyhemmät maat tekevät yhteistyötä, esimerkkinä IGAD Afrikassa, joka on seitsemän maan kauppasopimus, jonka puitteissa paikallista ilmasto-ohjelmaa toteutetaan (ICPAC, 2015).

Pienemmän mittakaavan sopimuksia edustaa esimerkiksi naapurimaiden välinen yhteistyö varoitustietojen jakamisessa. Tällaiset sopimukset ovat useimmiten kaikille osapuolille kannattavia, mutta

koska varoitusten muodolle ei ole virallisia säädöksiä, on maiden tehtävä keskenään sopimuksia varoitettavista ilmiöistä ja varoituskäytännöistä (WMO, 2003a). Edistyksellisissä kansallisissa meteorologian laitoksissa, joissa suhteet naapureihin ovat hyvät, ja laitoksen käytännöt ovat vastaavat keskenään, voidaan yhteistyö viedä jopa yhteisten operatiivisten tuotteiden teon tasolle. Esimerkiksi Suomen Ilmatieteen laitos ja Ruotsin kansallinen meteorologian laitos SMHI tekevät lentoliikenteelle tarkoitettua Skandinavian kattavaa merkittävän sään karttaa vuorotellen. Esimerkkejä eri yhteistyösopimuksista liitteessä 5.

Varsin yleistä on kehittyneen meteorologian laitoksen pariutuminen ”sisarlaitoksen” kanssa. ”Sisareksi” valitaan heikompi laitos jota voidaan yhteisillä projekteilla auttaa. Sisar-projektien lisäksi kehittyneitä maita kehoitetaan viemään osaamistaan ja apuaan heikommille laitoksille kehitysapuprojektien turvin.

Taulukko 5.5 Kansainvälisen yhteistyön tuottamat hyödyt (Zillman, 2008)

Kansainvälisen yhteistyön hyödyt
<ul style="list-style-type: none"> - Varoituspalveluita voidaan tehostaa, ja erikoistuneita tarkkailukeskuksia voidaan ylläpitää (esim. trooppisten syklonien tai tulivuorien aktiivisuuden tarkkailukeskuksia) -> voidaan pienentää tuhoja luonnonkatastrofeista - Voidaan parantaa merenkäynnin turvallisuutta - Voidaan parantaa lentoliikenteen turvallisuutta ja tehostaa sen toimintaa - Edistää taloudellista kehitystä - Ympäristöohjelmilla voidaan edistää ympäristötietoisuutta ja edesauttaa ympäristöystävällistä politiikkaa - Kansallisen turvallisuuden ja hyvinvoinnin lisääminen - Kansainvälisten tutkimusprojektien ja – ohjelmien avulla voidaan lisätä ymmärrystä luonnontieteistä

Haasteellista kansainvälisessä yhteistyössä on ylläpitää perinteikäs luottava ja vapaa yhteistyömalli vakaana, vaikka kilpailu alalla sekä voitontavoittelu on selvästi lisääntynyt. Kansainvälisessä yhteistyössä on tärkeää määrittää kaikkien toimijoiden roolit ja vastuut selvästi.

5.4 Haasteet kansallisen meteorologian laitoksen tehtävissä

Laitosten toiminta kohtaa monenlaisia haasteita. Budjettileikkaukset haastavat laitokset tehostamaan ja kaupallistamaan toimintaansa ja saattavat jarruttaa tai estää tärkeän infrastruktuurin päivityksen. Laitoksen aseman määrittäminen ja uskottavuuden ylläpitäminen voi olla haasteellista. Eräs haastavimmista tehtävistä on pysyä sosiaalisen ja teknologisen muutoksen perässä. Muutos ei tapahdu ainoastaan laitoksissa vaan myös palveluiden käyttäjäkunnassa ja niiden haavoittuvaisuudessa säälle ja ilmastolle (WMO, 2015e).

Palveluiden käyttäjäkunnan muutokset ovat tuoneet mukanaan uusia haasteita laitoksille. Tietoa haetaan ja palveluita käytetään suurissa määrin uuden teknologian avulla esimerkiksi puhelinsovelluksissa ja internetissä, sekä lisäksi palveluiden sisällön tarve on muuttunut. Sisällöllisesti kaivataan yhä enemmän tarkkoja räätälöityjä palveluita, eikä kaikilla laitoksilla ole helppoa reagoida näihin muutoksiin, varsinkin jos markkinaraosta kilpaillaan nopealiikkeisten kaupallisten kilpailijoiden kanssa.

Zillman (Zillman, 2003) listaa kansallisten meteorologian laitosten tunnistamia haasteita WMO:n teettämän kyselytutkimuksen perusteella:

- **Modernisointi.** Monissa maissa, niin kehittyneissä kun kehittymättömissä, kallis perustavanlaatuinen infrastruktuuri (havaintolaitteet, lähetys/vastaanottolaitteisto, tietokannat,...) kaipaa uudistusta. Uudistusten on oltava kerralla laajamittaisia, jotta järjestelmä pysyy toiminnassa, ja siksi näiden projektien hinta on monelle laitokselle haaste. Kehittymättömissä maissa tarvitaan myös uusia järjestelmiä varten käyttökoulutusta, jotta näistä olisi hyötyä
- **Valtion myöntämä rahoitus.** Leikkaukset ovat koskeneet kansallisia meteorologian laitoksia ympäri maailman riippumatta niiden kehitystasosta. Siksi laitokset ovat joutuneet miettimään taloudellisesta näkökulmasta uudestaan palveluntarjontaansa ja toimintamalliaan.
- **Lentosääpalveluiden tuottaminen.** Kyvyttömyys niin asiakkaan kuin palveluntarjoajan puolesta ymmärtää tuotantoprosessia tai tarvittavia palveluita, sekä kova kilpailu alalla, pyrkimys leikata lentoliikenteen maksuja ja tarve yksityistää palveluntuotantoa ovat ajaneet monet laitokset ahtaalle. Monesti lentoliikenne on eräs tärkeimmistä asiakkaista, joten palveluiden tuotannon turvaaminen on hyvin tärkeää.
- **Kapasiteetin kasvattaminen kehitysmaissa.** Pitkälti kehitysavun turvin tehtävä laitosten kapasiteetin parantaminen kehitysmaiden ja siirtymävaiheessa olevien maiden laitoksille saattaa vauraiden maiden budjettileikkausten takia vaarantua.
- **Laitoksen asema kansallisella tasolla.** Laitoksen asema ja varsinkaan sen suhde kaupallisiin kilpakumppaneihin ei ole vallan ongelmaton. Luonnollisen havaintojärjestelmämonopolin takia laitosten on varottava vääristämästä kilpailutilannetta. Samalla paine lisätä kaupallisia palveluita budjettileikkausten takia ajaa laitoksia toimimaan aggressiivisemmin markkinoilla. Kilpakumppanien tuottamat ennusteet, jotka toki pohjaavat kansallisen

laitoksen tuottamiin havaintoihin, saattavat pahimmassa tapauksessa nakertaa kansallisen laitoksen uskottavuutta. Epäselvä hallintojärjestelmä tai vastuujako hallintotasolla vaikeuttaa laitoksen asemaa ja uskottavuutta.

- **Havaintojen ja tuotteiden jako.** Ilmaisen ja rajoituksettoman jakamisen periaatetta on varjostanut kaupallisen kilpailun aiheuttamat kansalliset jännitteet. Budjettileikkausten jäljiltä monissa maissa paine kaupallistaa palveluita ja havaintoja on kasvanut. Hyvänä käänteenä voidaan kuitenkin pitää parempaa tietoisuutta sää- ja ilmastopalveluiden sosioekonomisista hyödyistä.
- **Sääpalveluiden tuottaminen.** Heikommin kehittyneissä maissa julkisten sääpalveluiden lisääminen tarvepohjasta syntyneisiin enimmäkseen lentosääpalveluihin on osoittautunut haasteelliseksi. Jalansijaa on vaikea saada markkinoille, joissa kaupalliset monesti kansainväliset palvelut, amatöörit ja toisinaan kilpailevat meteorologian laitokset tuottavat omia vastaavia palveluitaan.
- **Suhde mediaan.** Hyvien yhteyksien pitäminen mediaan on elintärkeää sää- ja ilmastopalveluiden levittämisen kannalta. Ongelmakohtia on median sitoutuminen kansallisen meteorologian laitoksen tuotteisiin muiden kilpailevien tuotteiden ollessa tarjolla. Useimmiten suhteita solmitaan kansallisen valtamedian kanssa, mutta käytännöt vaihtelevat maittain.
- **Ilmastopalvelut.** Kehittyvissä maissa on pitkälti tehty vain perus-sääpalveluita ja ilmastopalveluiden lisääminen tarjontaan ei ole täysin vailla haasteita. Myöskin laitokset, joissa ilmastopalvelut ovat olleet täysin omana eriyttynä yksikkönään, ovat joutuneet muutoksen kohteeksi.
- **Kaupallistuminen.** Kaupallistuminen aiheuttaa painetta niin kilpailevien kaupallisten yritysten, kuin myös muiden kansainväliseen yhteistyöhön osallistuvien laitosten välille. Kaupallistumisen asteeseen vaikuttaa etenkin laitoksen hallintomuoto. Joissakin maissa on alettu panostaa maan kaupalliseen kilpailukykyyn, esimerkiksi Uuden-Seelannin meteorologian laitos on valtion omistama yksityinen yritys, kun taas osa laitoksista on luopunut kokonaan kaupallisten palveluiden tuottamisesta, esimerkiksi Yhdysvallat.

Kansainvälisesti haasteena on turvata maksuton ja vapaa havaintojen jako, edesauttaa yhteistyötä ja motivoida panostamaan meteorologiseen kehitystyöhön ja auttamaan heikommassa asemassa olevia. Etenkin lisääntynyt paine kaupallistaa meteorologisia palveluita on kiristänyt suhteita WMO:n sisällä. Suurimpia kansainvälisiä haasteita 2000-luvulla on kuitenkin ilmastomuutokseen reagoiminen sekä kestävä kehityksen takaaminen tulevaisuudessa. Ilmastomuutoksen vaikutukset vaihtelevat laajasti

maanosasta toiseen, mutta tulevat muutokset koskevat kaikkia. Ilmastomuutoksen hillitseminen vaatii suuria poliittisia muutoksia, kehitystä teknologiassa ja toimintatavoissa ja ennen kaikkea kattavaa klimatologista tietoa ja työkaluja näiden toteuttamiseksi (WMO, 2010b).

Luonnonmullistusten muutosten lisäksi ilmastomuutos tietää muutoksia meteorologisten laitosten töissä. Varsinkin kehitysmaissa, joissa ilmastopalvelut ovat olleet käytännössä olemattomat, on reagoitava nopeasti muuttuneeseen tilanteeseen. Zillmanin (2003) mukaan vaikutukset kehitysmaissa voivat olla kahdenlaisia; mikäli laitos on nimetty vastuulliseksi IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) ja FCCC (Framework Convention on Climate Change) ilmastopolitiikasta lisää tämä laitoksen tietotaitoa ja profilia merkittävästi, mutta mikäli meteorologian laitos on eriytetty ilmastomuutoksen vastuuelimestä, voivat tulokset olla sitä heikentäviä, jos sää ja ilmastoasiat eriytetään toisistaan täysin (Zillman, 2003). Taulukko 5.6 listaa WMO:n alueille tyypillisiä haasteita. Näistä käy ilmi, että alueilla (esim. Afrikka, pienet saarivaltiot), joilla laitosten tilanne jo entuudestaan on haastavaa, on myös ilmastomuutoksen vaikutus suurin.

Taulukko 5.6 WMO:n RA-aluejakoa noudattava listaus alueille tyypillisistä haasteista (Kuva WMO:n aluejaosta liitteessä 1).

Haasteet alueittain: (WMO, 2008)	
RA I Afrikka	<ul style="list-style-type: none"> - Suurin osa väestöstä elää maatalouden varassa maaseudulla - Ilmastomuutos vaikuttaa jo nyt haasteellisiin vesiolosuhteisiin. Aavikoituminen ja juomaveden turvaaminen tästä johtuvia haasteita. - Elintarvikkeiden tuotantoon liittyvien riskien vähentäminen - Köyhyyden vähentäminen kestävä kehityksen avulla ja kestävien energiamuotojen käyttäminen - Infrastruktuurin päivittäminen. Nykyinen vanhaa/vajavaista, eikä havaintoja tyypillisesti pystytä tekemään ympäri vuorokauden - Hallintomuodot laitoksilla monesti sekavia ja/tai poliittisia, kaikilla laitoksilla ei ole lakiin kirjattuja toimintoja - Rahaa investoida julkiseen sektoriin niukasti - Koulutetun henkilökunnan saaminen haasteellista - Automaattisia sääasemia käyttämättömänä huollon puutteen ja henkilökunnan puutteen vuoksi - Suuria puutteita datan prosessointi- ja ennustuskäytössä alueellisesti (Kadi et al, 2011; East African Community, 2008; East African Community, 2004; Mukabana, 2016; ICPAC, 2015)
RA II Aasia	<ul style="list-style-type: none"> - Ilmastomuutoksen seurauksena rankkasateiden ja näihin liittyvien vaaratilanteiden todennäköisyys on kasvanut - Tarve päivittää infrastruktuuria ja lisätä laitosten laskentakapasiteettia - Meteorologian laitoksissa henkilökunnan koulutuksessa puutteita - Mittalaitteiden kalibrointi ja huolto on laiminlyöty - Rahaa uusiin laitehankintoihin niukasti - Aukkoja tietoliikenneyhteyksissä

	<i>(Subbiah et al., 2008; WMO, 2012c)</i>
RA III Etelä-Amerikka	<ul style="list-style-type: none"> - Pääallekkäinen infrastruktuuri tulee purkaa ja hallintomuodot selkeyttää - Ilmastomuutoksesta voi koitua yllättäviä muutoksia, sen odotetaan muun muassa lisäävän tulvariskiä ja luonnonkatastrofien yleisyyttä - Historiallista havaintodataa on rajoitetusti digitaalisessa muodossa, tämä saattaa vaikuttaa ilmastopalveluiden tuottoon. - Laskentateho rajallista - Havaintojärjestelmien päivittäminen pian ajankohtaista - Vaikeakulkuisia alueita vielä havainnoimatta <i>(CIIFEN, 2012)</i>
RA IV Pohjois- ja Väli-Amerikka, Karibia	<ul style="list-style-type: none"> - Väli-Amerikan ja Karibian alueella talous riippuu voimakkaasti turismista - Ilmastomuutos kasvattanut merkittävästi trooppisten myrskyjen mahdollisuutta, sekä niiden uudenlaista käyttäytymistä - Matkustamisen, eritoten lentoliikenteen, turvallisuuden lisääminen ja liikenteen sujuvoittaminen <i>(Pachauri, 2013; UNEP, 2008)</i>
RA V Lounainen Tyynimeri	<ul style="list-style-type: none"> - Väestöstä suurin osa asuu trooppisille myrskyille alttiilla rannikkoalueilla - Ilmastomuutoksen seurauksena nämä alueet altistuvat lisääntyvien myrskyjen lisäksi kasvaneelle tulvariskille ja merenpinnan korkeuden vaihtelulle - Infrastruktuuri monin paikon vanhahkoa, kaipaa päivitystä. - Varsinkin sadetilanteisiin liittyvää havaintojärjestelmää (tutkia) kaivataan - Havaintojen jatkuvuuteen ja saatavuuteen tulisi panostaa enemmän - Laajojen merialueiden havainnoiminen haastavaa - Laitoksen henkilökunta kaipaa lisää koulutusta <i>(WMO, 2014b)</i>
RA VI Eurooppa	<ul style="list-style-type: none"> - Monet maista kärsineet budjettileikkauksista - Uusien kansainvälisten yhteistyökeinojen löytäminen ja/tai näiden kaupallinen hyödyntäminen - Yksityisten kilpailijoiden kanssa pärjääminen ja pelisääntöjen laatiminen - Uusien asiakkaiden identifioiminen ja tarpeisiin vastaaminen, kilpailukyvyn ylläpitäminen - Tehokkaamman ennakkovaroitusjärjestelmän kehittäminen - Infrastruktuuri kaipaa päivitystä etenkin itäisillä alueilla - Ilmastomuutoksella saattaa olla arvaamattomat seuraukset alueen maatalouteen <i>(WMO, 2007; Weiss, 2002)</i>

Kehitysmaissa ongelmat liittyvät suoraan kykyyn tehdä havaintoja ja tuottaa palveluita, kun taas kehittyneissä maissa ongelmien luonne on enemmänkin tehostaa jo olemassa olevaa havaintojen ja palveluiden tuotantoa, sekä löytää parempia ja informatiivisempia tapoja tavoittaa ja ymmärtää loppukäyttäjiä (WMO, 2007). Paljon puhuttanut tavoite on lisätä kansalaisten ja päätöstentekijöiden tietämystä säästä ja ilmastosta.

6. YHTEENVETO

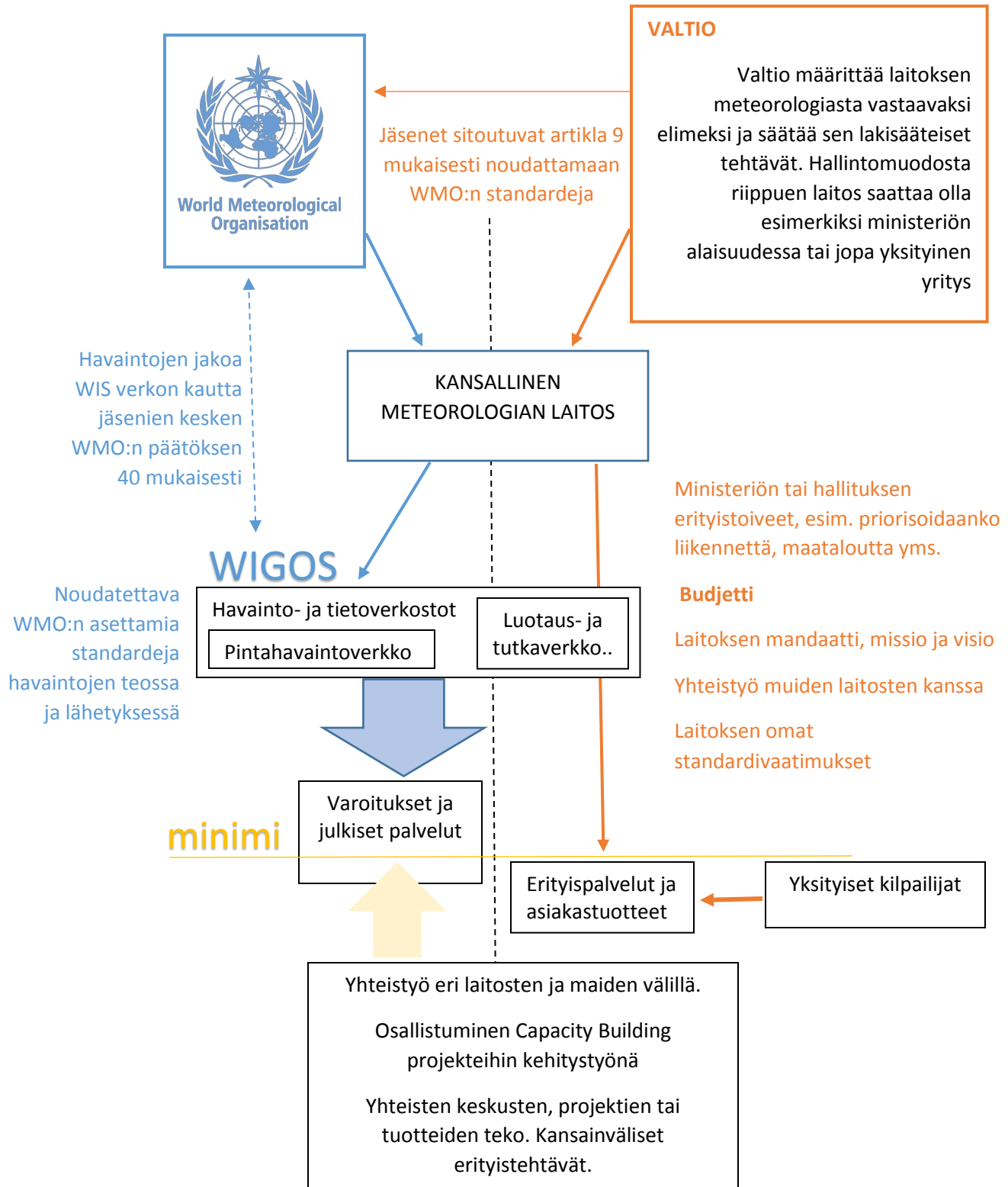
Kansallisen meteorologian laitoksen vähimmäisvaatimukset määräytyvät WMO:n asettamien vaatimusten ja standardien, muiden laitoksen solmimien kansainvälisten sopimusten velvoitteiden, laitoksen toimintaohjeiden ja mandaatin sekä kansallisen lainsäädännön mukaan.

WMO:n asettamat velvoitteet ovat selkeät ja jäsenet sitoutuvat perustuskirjan artiklan 9 mukaisesti (WMO, 2015a) tekemään kaikkensa täyttääkseen WMO:n kongressin määrittämät tekniset standardit ja päätöksen 40 (WMO, 2012a) mukaan jakamaan kaikki olennaiset havainnot jäsenmaiden kesken. Valtio määrittää kansallisen meteorologian laitoksen, joka sitoutuu vastaamaan meteorologisten havaintojen ja palveluiden tuottamisesta valtiolle ja WMO:lle (Kuva 6.1). WMO määrittää tarkat standardit havainto- ja tietoliikenneverkoille ja laitokset sitoutuvat noudattamaan näitä. Kansallinen lainsäädäntö myöntää tyypillisesti laitokselle varat ja määrittää tehtävät. Tehtävien laatu ja määrä vaihtelee kansallisista intresseistä riippuen. Vähimmäispalveluiden ja –havaintojen teon määrittää kuitenkin hyvin pitkälti käytettävissä oleva budjetti.

Kansallisen meteorologian laitoksen tulee pyrkiä täyttämään toiminnassaan ja ohjeistuksessaan seuraavia WMO:n asettamia tavoitteita (WMO, 2015a), näihin tulisi pyrkiä myös virallisen kansallisen lainsäädännön puuttuessa;

1. Elämän ja omaisuuden suojeleminen
2. Ympäristön ja luonnon monimuotoisuuden turvaaminen
3. Kestävän kehityksen tukeminen ja tähän panostaminen
4. Pitkäaikaisten havaintosarjojen tekeminen ja keräämisen edistäminen
5. Kansallisen pätevyystason kehittäminen sisäisesti
6. Kansainvälisten sopimusten kunnioittaminen
7. Kansainväliseen yhteistyöhön osallistuminen

Käytännössä kaikilla laitoksilla ei ole lakiin kirjattua asemaa tai tehtäviä ja WMO:n standardien noudattaminen jää joskus vajavaiseksi. Useimmiten näiden täyttämisen estää riittämättömät varat, hallinnollinen epäjärjestys tai poliittiset/aseelliset konfliktit. Edellä mainituista tehtävistä tärkeimmiksi nousevatkin tavallisesti kohta 1. varoituspalveluiden muodossa, kohta 4. ilmastohavaintojen tuottamisena ja kohta 6. WMO:n standardien toteuttamisena.



Kuva 6.1 Kansallisen meteorologian laitoksen asema WMO:n ja kansallisen lainsäädännön puitteissa

Summaten aiempia kappaleita, kansallisen meteorologian laitoksen vähimmäisvaatimukset ovat:

Kansallisen meteorologian laitoksen vähimmäisvaatimukset:	
Hallinnollisesti	
<ul style="list-style-type: none">- Kansallisen meteorologian laitoksen määrittäminen. Valtion on nimettävä laitos, joka vastaa valtion havainnontuotannosta WMO:lle ja kansallisten varoitusten tuottamisesta valtiolle ja sen kansalaisille.- Laitoksen tehtävät tulisi määrittää kansallisesti laitoksen mandaatissa ja kansallisella lainsäädännöllä. Mikäli näitä ei ole, on WMO:n ohjeistusta noudatettava lain omaisesti.	
Havainnonteossa	
<ul style="list-style-type: none">- Laitoksen tulee tuottaa kansallisesti sää- ja ilmastohavaintoja. Havaintoverkon tulee olla riittävän tiheä kattaakseen maan erityispiirteet ja palvellakseen riittävästi kansallisia tarpeita. Havaintojen tulee noudattaa WMO:n määrittämiä havainnonteko-ohjeita ja -aikoja sekä asianmukaista laaduntarkastusta.- Laitoksen tulee ylläpitää kansallista ilmastoreferenssiasemaa, josta kerätään pitkiä havaintoaikasarjoja.- Laitoksen tulee hoitaa ja ylläpitää kansallista WMO:n standardien mukaista havainto- ja tietoliikenneinfrastruktuuria	
Havaintojen lähetys	
<ul style="list-style-type: none">- Laitos sitoutuu WMO:n päätöksen 40 mukaisesti jakamaan kaikki olennaiset havaintotiedot vapaasti reaaliajassa muiden jäsenvaltioiden kanssa.- Havainnot tulee lähettää WMO:n standardeja noudattavassa koodimuodossa standardiaikaan WMO:n havaintoverkkoon- Laitoksen tulee ylläpitää alueella WMO:n vaatimia asianmukaisia viestiliikenneyhteyksiä havaintojen välittämistä varten.	
Sää- ja ilmastopalveluiden tuotanto	
<ul style="list-style-type: none">- Laitoksen pääasiallinen tehtävä on turvata kansallinen ja kansalaisten turvallisuus. Tätä tulee toteuttaa tuottamalla varoituspalveluita viranomaisille ja kansalaisille.- Laitoksen tulee tarjota julkisia sääpalveluita. Näiden sisältö tai käyttäjäkunta on paikallisesti määritettävissä- Ilmastopalveluiden osalta laitosten on ylläpidettävä ilmastotietoarkistoa, josta voidaan seurata paikallisen ilmaston kehitystä.- Laitoksen tulee tarjota valtion päätösvaltaisille asiantuntijatukea mikäli tätä pyydetään	
Muita pakollisia velvollisuuksia:	
<ul style="list-style-type: none">- Laitoksen tulee osallistua kansainväliseen yhteistyöhön ja kunnioittaa kansainvälisiä sopimuksia toiminnassaan.- Laitoksen tulee ilmoittaa WMO:n pääsihteerille sekä kansalliselle vastuuelimelle, mikäli se ei pysty tuottamaan palveluitaan.- Laitoksen tulee osallistua alan tutkimus- ja kehitystoimintaan. Vaateen tulkitseminen on välttämätöntä, ja toiminta vähiten kehittyneillä laitoksilla saattaa olla nimellistä.	

WMO:n puolesta kaikista tärkeintä on, että laitos tuottaa kansallisia sää- ja ilmastohavaintoja, jotka ovat luotettavia, laadultaan hyviä ja tuotettu WMO:n kriteerien mukaisesti sekä jakaa nämä WMO:n tietojärjestelmään ilman viiveitä.



Kuva 6.2 Kansallisen meteorologian laitoksen palveluntarjonta ja tekninen osaaminen kehittyvät liukuen kehitysmaiden vähimmäistasosta kohti pitkälle kehittyneiden laitosten toimintamalleja.

Kuten mainittu, mikäli kansallinen meteorologian laitos ei pysty syystä tai toisesta vastaamaan tehtävistään tulee tästä ilmoittaa WMO:n pääsihteerille (WMO, 2015a), jolloin tehtäviä voidaan tarvittaessa siirtää WMO:n aluekeskuksen vastuulle. Kansallisella tasolla epäonnistumisesta

vastataan laitoksesta vastaavalle taholle (esim. ministeriölle) ja maasta riippuen erilaisia pakotteita tai rangaistuskeinoja voidaan soveltaa.

Mitä kehittyneempää laitoksen toiminta on, sitä enemmän sitä säädellään ja kontrolloidaan sisäisesti ja tällöin laitoksen oma vähimmäistoimintataso voi olla merkittävästi suurempi, kuin kehittymättömillä laitoksilla. Kuva 6.2 havainnollistaa meteorologisten tehtävien muutosta laitoksen kehittyessä. Vähiten kehittyneillä mailla on hyvin erilaiset haasteet kuin pitkälle kehittyneillä laitoksilla, ja muutos tapahtuu hitaasti. WMO:n asettama kansainvälinen vähimmäistaso havaintojen ja palveluntuotannon suhteen voi sekin hitaasti nousta vähiten kehittyneiden kansallisten meteorologian laitosten kyvyn kasvaessa.

Hyvistä sää- ja ilmastopalveluista hyötyvät kaikki yksittäisestä jalankulkijasta kansalliseen turvallisuuspolitiikkaan. Monissa maissa nämä palvelut ovat hyvissä kantimissa ja niitä pidetään itsestään selvänä. Kaikkialla tilanne ei kuitenkaan ole yhtä hyvä, ja monet valtiot kaipaavat kipeästi apua päivittääkseen varuste- ja palvelutasonsa kelvolliselle tasolle. Tutkielman tarkoituksena on ollut paikantaa kaikilta kansallisilta meteorologian laitoksilta vaadittavat yhteiset vähimmäisvaatimukset, tarkoituksena ymmärtää näiden rakenne, sekä määrittää heikoiden pärjäävien valtioiden vaadittu palvelutaso. Tämän tiedon pohjalta voidaan paremmin suunnitella tarvittavia ja kestäviä uudistus- ja modernisointihankkeita.

LÄHTEET

- CIIFEN. (2012). *Assessment of the Status and Needs for Climate Observations in South America 2003-2011*. Global Climate Observing System GCOS-160.
- East African Community. (2004). *Five Year Meteorological Development Plan and Investment Strategy*.
- East African Community. (2008). *Enhancing Capacities of the Meteorological Services in Support of Sustainable Development in the East African Community Region Focusing on Data Processing and Forecasting Systems*. EAC Report.
- Economic Commission for Africa/African Climate Policy Centre. (2011). Assessment of Africa's Climatic Records and Recording Networks Including Strategic for Rescuing of Climatic Data. *Working paper 3*. Addis Ababa.
- EUMETNET. (2013). Climate data supporting Climate Services. *9th EUMETNET Data Management Workshop*. El Escorial, Spain.
- Feng, S., Hu, Q., & Qian, W. (2004). Quality control of daily meteorological data in China, 1951-2000: a new dataset. *International Journal of Climatology*, 853-870.
- GCOS. (2015a). Report of the twenty-third session of the WMO-IOC-UNEP-ICSU steering committee for GCOS. *GCOS Steering Committee XXIII*. Simon's Town, South Africa: WMO.
- GCOS. (2015b). *Status of the Global Observing System for Climate*. Geneva: GCOS-195, WMO.
- Gray, M. (2015). *Public Weather Service Value for Money Review*. London: Public Service Customer Group Secretariat MetOffice.
- Hallegatte, S. (2012). *A Cost Effective Solution to Reduce Disaster Losses in Developing Countries: Hydrometeorological Service, Early Warnings, and Evacuation*. Washington DC: The World Bank, Policy Research Working Paper 6058.
- ICAO. (8. 2 2017). ICAO. Noudettu osoitteesta ICAO: <http://www.icao.int/Pages/default.aspx>
- ICPAC. (2015). *Human Capacity Needs Assessment of ICPAC for Effective Climate Services in Greater Horn of Africa (GHA)*.
- Ilmatieteen laitos. (2015). *Lentosääpalvelut Suomessa*. Ilmatieteen laitos.
- Ilmatieteen laitos. (2017a, 2 20). *Ilmatieteen laitos -Säähavainnot*. Retrieved from Ilmatieteen laitos: <http://ilmatieteenlaitos.fi/saahavainnot>
- Ilmatieteen laitos. (17. 2 2017b). Noudettu osoitteesta Ilmatieteen laitos: <http://ilmatieteenlaitos.fi/>
- Kadi, M., Njau, L. N., Mwikya, J., & Kamga, A. (2011). *The State of Climate Information Services for Agriculture and Food Security in East African Countries - Working Paper No. 5*. Kööpenhamina: CCAFS.
- Kamps, M. (2004). Thunder and Lightning: Public Sector Information Policy Experiences of Private Meteorological Service Providers. In G. Aichholzer, & H. Burkert, *Public Sector*

- Information in the Digital Age. Between Markets, Public Management and Citizens' Rights.* (pp. 163-186). Cheltenham: Edward Elgar Publishing Ltd.
- Kull, D., Graessle, C., & Aryan, B. (2016). *Strengthening National Hydrometeorological Services through Cascading Forecasting - Investing for Sustainability and Impact across Global, Regional, and National Centers.* Washington D.C.: World Bank Policy Research Working Paper 7609.
- McIlveen, R. (2010). *Fundamentals of Weather and Climate.* OUP Oxford.
- MetOffice. (25. 1 2017). *MetOffice.gov.uk.* Noudettu osoitteesta <http://www.metoffice.gov.uk/guide/weather/observations-guide/uk-observations-network>
- Mukabana, J. (2016). 16th Session of the Regional Association I (RAI-16, Africa) AMCOMET -3. *WMO 16th Regional Technical Conference (RECO-16).* WMO.
- National Research Council. (2003). *Fair Weather. Effective Partnership in Weather and Climate Services.* Washington D.C.: The National Academies Press, DOI: <https://doi.org/10.17226/10610>.
- NOAA. (2011). *Weather-Ready Nation Strategic Plan 2011.* http://www.nws.noaa.gov/com/weatherreadynation/files/strategic_plan.pdf (27.2.2017): NOAA.
- NOAA. (2014). *National Weather Service Instruction - Observational Quality Control.* <http://www.nws.noaa.gov/directives/sym/pd01013005curr.pdf> (27.2.2017): NOAA.
- OSCAR, W. (9. 2 2017). *Observing Systems Capability Analysis and Review Tool.* Noudettu osoitteesta <https://oscar.wmo.int/surface/index.html#/>
- Pachauri, R. (2013). *The Climate and Development Challenge for Latin America and the Caribbean - Options for climate-resilient, low-carbon development.* Washington, D.C.: Inter-American Development Bank.
- Richter, C. (2015). Global Climate Observing System: up-date and next plans 2015-2016. *WCRP Joint Scientific Committee 36th Session.* Geneva: WCRP.
- Rogers, D. P., & Tsirkunov, V. V. (2013). *Weather and Climate Resilience - Effective Preparedness through National Meteorological and Hydrological Services.* Washington D.C.: The World Bank, DOI: 10.1596/978-1-4648-0026-9.
- Sireci, O. (2015). *Evaluation of CIMO Weather Radars Survey and Web-Based Weather Radar Database. Instrument and Observing Methods Report No.118.* Geneva: WMO.
- Subbiah, A., Bildan, L., & Narasimhan, R. (2008). *Background Paper on Assessment of the Economics of Early Warning Systems for Disaster Risk Reduction.* Washington D.C.: The World Bank Group for Disaster Reduction and Recovery.
- Thépaut, J.-N. (2006). *Use of Observations in Operational Numerical Weather Prediction.* <https://earth.esa.int/documents/973910/992126/jt1.pdf> (27.2.2017): ECMWF (3rd ENVISAT Summer School).

- UNEP. (2008). *Climate Change in the Caribbean and the Challenge of Adaptation*. Panama City: United Nations Environment Programme Regional Office for Latin America and the Caribbean.
- United Nations Economic Commission for Africa, A. C. (2011). *Assessment of Africa's Climatic Records and Recording Networks Including Strategic for Rescuing of Climatic Data*. UNECA -Working paper 3.
- UN-OHRLLS. (17. 2 2017). *Least Developed Countries*. Noudettu osoitteesta UN-OHRLLS: <http://unohrlls.org/about-ldcs/>
- Weiss, P. (2002). *Borders in Cyberspace: Conflicting Public Sector Information Policies and their Economic Impacts*. U.S. Department of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration, National Weather Service.
- WMO. (1992). *International Meteorological Vocabulary*. Geneva: WMO -No.182.
- WMO. (1996). *Exchanging Meteorological Data* . Geneva: WMO-No. 837.
- WMO. (1999). *Geneva Declaration of the Thirteenth World Meteorological Congress*. Geneva: In Thirteenth World Meteorological Congress, Abridged Report with Resolutions. WMO-No.902.
- WMO. (2003a). *Guidelines on Cross-Border Exchange of Warnings*. WMO-No.1179.
- WMO. (2003b). *Statement on the Role and Operation of National Meteorological Services*. Geneva: WMO.
- WMO. (2004). *Maintenance of Accurate Metadata for all Automatic Weather Station Installations*. Geneva: WMO, Commission for Basic Systems, Expert Team on Requirements for Data from Automatic Weather Stations third session.
- WMO. (2005). *World Weather Watch - Twenty-second Status Report on Implementation*. Geneva, Switzerland: WMO - No.986.
- WMO. (2007). *Strategic Plan for the enhancement of meteorological and hydrological services in the region RA VI (Europe)*.
http://www.wmo.int/pages/prog/dra/eur/documents/RA6_StratPlan/sp_ravi_en.pdf
(27.2.2017): WMO, The Task Team on the RA VI Strategic Plan and Action Plan .
- WMO. (2008). *Capacity Assessment of National Meteorological and Hydrological Services in Support of Disaster Risk Reduction. Analysis of the 2006 WMO Disaster Risk Reduction Country-level Survey*. Geneva: WMO .
- WMO. (2009). *Handbook on CLIMAT and CLIMAT TEMP Reporting*. Geneva: WMO- No.1188.
- WMO. (2010a). Building capacity around the world. *WMO Bulletin* 59, ss. 46-52.
- WMO. (2010b). *Position Paper - Guidelines for National Meteorological Services in the Establishment of National Climate Services*. WMO.
- WMO. (2010c). *Status of meteorological network spacing requirements in WMO and GCOS guidance material*. Geneva: WMO/IOC/UNEP/ICSU. Atmospheric Observation Panel for Climate 16th Session.

- WMO. (2011). *Guide to Climatological Practices*. Geneva: WMO-No.100.
- WMO. (2012a). *Guidelines on the Role, Operation and Management of the National Meteorological or Hydrometeorological Services (NMSs)*. Geneva: WMO.
- WMO. (2012b). *Results of the Survey on the Role and Operation of National Meteorological and Hydrological Services Conducted in June-August 2011*. Geneva: WMO.
- WMO. (2012c). *Survey on the Surface, Climate and Upper-air Observations and Quality Management in RA II (Asia)*. Geneva: WMO.
- WMO. (2013a). *Guide to the Global Observing System*. Geneva: WMO -No.488.
- WMO. (2013b). *Guide to the Implementation of a Quality Management System for National Meteorological and Hydrological Services*. Geneva: WMO-No.1100.
- WMO. (2013c). *Impacts of Achieved Results on Members conducted in July-November 2013*. WMO.
- WMO. (2014a). *Implementation Plan of The Global Framework for Climate Services*. Geneva: WMO.
- WMO. (2014b). *Regional Association V (South-West Pacific) 16th Session - Abridged final report with resolutions*. Geneva: WMO - No.1135.
- WMO. (2014c). *The WMO Strategy for Service Delivery and its implementation plan*. Geneva: WMO -No.1129.
- WMO. (2014d). *WMO Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation (CIMO)*. Geneva: WMO-No.8.
- WMO. (2015a). *Basic Documents No.1*. Geneva: WMO-No.15.
- WMO. (2015b). *Manual on the Global Data Processing and Forecasting System*. Geneva: WMO.
- WMO. (2015c). *Manual on the WMO Integrated Global Observing System -Annex VIII to the Technical Regulations*. Geneva: WMO - No.1160.
- WMO. (2015d). *Survey Report on the Usage of Different Media by National Meteorological and Hydrological Services for PWS Delivery*. Geneva: WMO.
- WMO. (2015e). *Valuing Weather and Climate: Economic Assessment of Meteorological and Hydrological Services*. Geneva: WMO - No.1153.
- WMO. (7. 2 2017a). *WMO- Global Observing System*. Noudettu osoitteesta WMO:
<http://www.wmo.int/pages/prog/www/OSY/Gos-components.html>
- WMO. (17. 2 2017b). *WMO-Guidelines on the role, operations and management of the national meteorological or hydrological services*. Noudettu osoitteesta WMO:
<https://www.wmo.int/pages/prog/dra/eguides/index.php/en/guidelines-on-the-role-operations-and-management-of-the-national-meteorological-or-hydrometeorological-services-nmss>

- WMO. (7. 2 2017c). *WMO -Radar Database*. Noudettu osoitteesta WMO Radar Database, Operated by Turkish Meteorological Service on behalf of WMO: <http://wrd.mgm.gov.tr/statistics/countries.aspx?l=en>
- WMO. (17. 2 2017d). *WMO-Programmes*. Noudettu osoitteesta WMO: https://www.wmo.int/pages/summary/progs_struct_en.html
- WMO. (17. 2 2017e). *WMO-public*. Noudettu osoitteesta WMO: <https://public.wmo.int/en>
- WMO. (9. 2 2017f). *WMO-Public Weather Services*. Noudettu osoitteesta WMO: <https://www.wmo.int/pages/prog/dra/eguides/index.php/en/5-functions/5-6-public-weather-services>
- WMO. (17. 2 2017g). *WMO-Regional cooperation and development activities*. Noudettu osoitteesta WMO: http://www.wmo.int/pages/prog/dra/index_en.php
- WMO. (23. 1 2017h). *WMO-World Climate Data and Monitoring Programme*. Noudettu osoitteesta WMO: http://www.wmo.int/pages/prog/wcp/wcdmp/index_en.php
- World Bank. (2010). *World Development Report 2010: Development and Climate Change*. Washington D.C, DOI: 10.1596/978-0-8213-7987-5: The International Bank for Reconstruction and Development/ The World Bank.
- Zillman, J. (2003). *Emerging Global Issues that Impact the Future of National Meteorological and Hydrological Services*. California: Paper presented at National Weather Service International Session on "Emerging Issues and New Technologies Impacting National Meteorological and Hydrological Services".
- Zillman, J. (2005). *The Role of National Meteorological Services in the Provision of Public Weather Services*.
- Zillman, J. (2008). International Cooperation in Earth System Science and Services. *First AMS (American Meteorological Society) Conference on International Cooperation in Earth System Science and Services: Focus on the Atmospheric and Oceanic Sciences: A Symposium Honoring Richard E Hallgren*. New Orleans, Louisiana.
- Zillman, J. (2009). Adaptation to a variable and changing climate: challenges and opportunities for National Meteorological and Hydrological Services. *WMO Bulletin: Vol 58 (3)*. Geneva: WMO.

HAASTATELLUT HENKILÖT

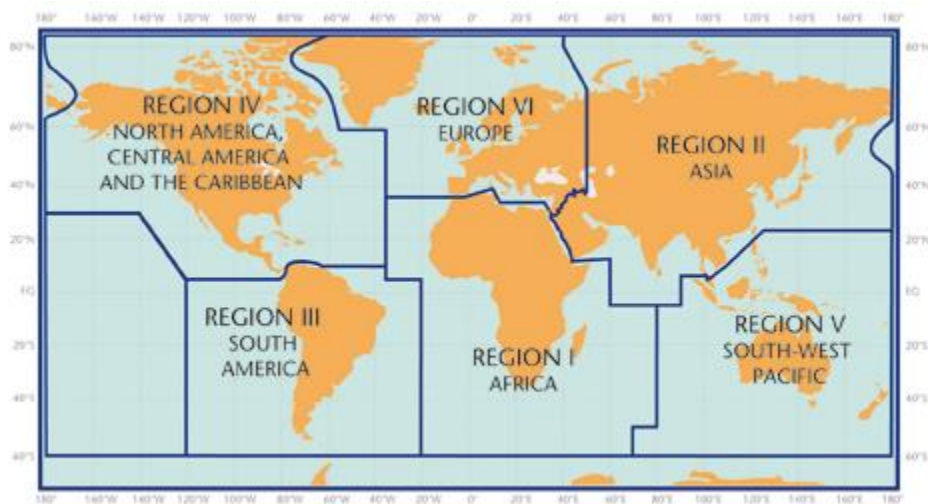
Juhani Damski	Pääjohtaja, Ilmatieteen laitos
Maria Hurtola	Kansainvälisten asioiden päällikkö, Ilmatieteen laitos
Marko Moilanen	Varapääjohtaja, Kehitysjohtaja, Foreca Ltd
Harri Pietarila	Asiantuntijapalveluiden yksikön päällikkö, Ilmatieteen laitos
Panu Partanen	APAC & MEA sääyksikön päällikkö, Vaisala Oyj

LIITE 1 Maailman ilmatieteen järjestö ja sen alueet

WMO (World Meteorological Organization) on vuonna 1950 perustettu YK:n alainen meteorologian alan kansainvälinen järjestö. WMO:hon kuuluu 185 jäsenmaata ja 6 jäsenaluetta (2014). WMO:n perustamiskokouksessa (11.10.1947) laaditun perustamiskirjeen artiklan 2 mukaan WMO:n tarkoitus on: (a) johtaa kansainvälistä yhteistyötä kattavan meteorologisen havaintoverkon tuottamiseksi, sekä tukea ja ylläpitää meteorologisia keskuksia. (b) tukea nopean tiedonvaihdon mahdollistavien järjestelmien perustamista ja ylläpitoa. (c) edistää meteorologisten havaintojen standardoimista ja taata yhtenäinen havaintojen ja tilastojen julkaisu. (d) edistää meteorologian soveltuvuutta lento- ja laivaliikenteen, maatalouden ja muiden ihmistoimintojen tarpeisiin. (e) rohkaista meteorologista tutkimusta ja koulutusta ja tällaisten tutkimusten ja koulutusten kansainvälisyyttä. (f) edistää operatiivista hydrologista toimintaa ja meteorologisten ja hydrologisten laitosten yhteistyötä.

WMO:n kymmenestä toimintaohjelmasta tärkein on maailmanlaajuinen säävalvontajärjestelmä (World Weather Watch), jonka tarkoitus on koordinoida havainto- ja tietoliikennejärjestelmiä taaten havaintojen reaaliaikaisen vapaan vaihdon jäsenmaiden kesken.

WMO:lla on kahdeksan teknistä komissiota, jotka on jaoteltu vastuualueen mukaisesti seuraavasti; lentosää, ilmakehätieteet, maataloussää, perussääjärjestelmät, ilmasto, hydrologia, instrumentit ja havainto-menetelmät sekä merimeteorologia. (http://www.wmo.int/pages/index_en.html (2.3.2017); <https://public.wmo.int/en> (2.3.2017))



Kuva. WMO:n alueyhteistöjako. Etelämannerta käsitellään omana alueenaan. (http://www.wmo.int/pages/prog/dra/index_en.php 28.2.2017)

LIITE 2 Kansallisten meteorologian laitosten hallintomuotojen heikkoudet ja vahvuudet

<i>Hallinto- muoto</i>	Heikkoudet	Vahvuudet
<i>Valtion yksikkö</i>	<p>Rahallinen tuotto menee ministeriölle. Näin ollen hyvä tulos ei suoraan näy laitoksen toiminnassa, eikä painetta tehostaa/muuttaa toimintaa ole.</p> <p>Tuotetaan lähinnä minimi vaatimukset.</p> <p>Ministeriön intressit vaikuttavat ja ohjaavat toimintaa. Poliittiset muutokset ja linjaukset vaikuttavat vahvasti toimintaan ja monet virat (esimerkiksi pääjohtajan virka) voivat olla täysin poliittisia nimityksiä. Näin ollen päivänpolitiikka ja viat poliittisessa systeemissä (korruptio) saattavat vaikuttaa laitoksen toimintaan. Budjettileikkaukset vaikuttavat yksikköön.</p>	<p>Toiminta on painottunut kilpailuttomaan tilanteeseen.</p> <p>Toiminta on selvästi määritettyä.</p> <p>Useimmiten toiminnan jatkuvuus on rahallisesti turvattua.</p>
<i>Sopimus- toimisto</i>	<p>Valtion yksikön kaltainen</p>	<p>Mahdollisuus tuottaa asiakkaalle lisäpalveluita, joista kertyy tuloja ministeriölle.</p>
<i>Julkinen yksikkö</i>	<p>Valtion virastona laitokselle voidaan antaa useita eri tehtäviä.</p> <p>Laitoksen on myös toimittava virastojen käytännön mukaan, mikä saattaa hidastaa tiettyjä prosesseja ja reagointia markkinoihin.</p> <p>Laitokset tavoittelevat myös omia tuloja, mutta valtion markkinasääntöjä kunnioittaen ja yrittäen olla häiritsemättä liikaa yksityisiä markkinoita.</p> <p>Yksityiset kilpailijat voivat ajaa tiukoille.</p>	<p>Pystyy harjoittamaan liiketoimintaa lähes itsenäisesti ja näin määrittelemään palveluilleen hinnat ja laajuudet. Menestyksekkäällä liiketoiminnalla voi kerätä tuloja, joita itsenäisesti jakaa laitoksen kehitystarpeisiin.</p> <p>Valtion rahoitus takaa toiminnalle jatkuvuuden ja antaa tilaa valita sopivat markkinat.</p> <p>Valtio estää konkurssin.</p>
<i>Valtion yhtiö</i>	<p>Yritysstatuksella toimivat laitokset joutuvat kilpailemaan varoista yksityisten kanssa. Mutta koska välttämättömän infrastruktuurin ylläpito ei välttämättä ole helposti tuotteistettavissa ja myytävissä tulee tästä</p>	<p>Pystyy ketterästi reagoimaan markkinoihin.</p> <p>Valtio saattaa rahallisesti avustaa kriisin sattuessa.</p>

	suuresta kultureiästä usein yrityksen alas vievä voima.	
<i>Yksityinen yritys</i>	Täysin yksityisenä yrityksenä toimivalta laitokselta valtio ostaa haluamansa palvelut. Markkinoiden armoilla.	Yritys voi toimia ja investoida joustavasti. Asiakaskunta voi olla laaja ja näiden tarpeisiin voidaan reagoida nopeasti. Pystyy tekemään yritystoimintaa WMO päätöksen 40 ulkopuolella.

LIITE 3 Havaintoasemien mittaamat havaintosuureet, WMO:n asettamat havaintotavoitteet ja -vaatimukset havaintojen ja metadatan suhteen

Eri havaintoasemien mittaamia havaintosuureita. (WMO, 2011, Guide to Climatological Practices, WMO-No. 100, Geneve)

Havaintosuure	Ilmasto- asema	Pääasiallinen ilmastoasema	Meri- asema	Hydro- meteoro- loginen asema	Agro- meteoro- loginen asema	METAR- asema
Ilman lämpötila	•	•	•		•	•
Maaperän lämpötila					•	
Veden lämpötila			•	•		
Sadanta	•	•	•	•	•	•
Vallitseva sää		•	•		•	•
Pilvisyys		•	•		•	•
Ilmanpaine		•	•		•	•
Näkyvyys		•	•		•	•
Kosteus		•	•		•	•
Tuuli (suunta ja nopeus)		•	•		•	•
Auringon säteily		•			•	
Auringon paiste		•			•	
Suolaisuus			•			
Veden virtaus			•			
Vedenpinnankorkeus			•			
Aallot			•			
Jää			•	•		
Muut;			(1)	(2)	(3)	

(1): ilman ja merenpinnan välinen vääntö ja vuo, liuennut happi, ravinteet, biomassa ja batymetria.
 (2): valunta, virtaama, sedimenttien virtaama, jokien vaiheet, haihdunta, maaperän kosteus, pohjavesien määrä. (3): Haihdunta, maaperän kosteus, valunta, pohjavesien määrä.

Suosituksset eri mittausasematyyppien sijoittelussa. (Bojinski S., 2010, *Status of meteorological network spacing requirements in WMO and GCOS guidance, Atmospheric observation panel for climate 16th session, Geneve*)

Mittausasema	Sijaintisuositukset:
SYNOP	Alle 250 km etäisyydellä toisistaan. Harvasti asutulla alueella alle 300 km etäisyydellä.
METAR	Sijaitsevat lentokentillä.
Luotaus	Alle 250 km etäisyydellä toisistaan. Harvasti asutulla alueella tai merellä alle 1000 km etäisyydellä.
Meriasema	Sopiva sijoittelu on yksi per 250 km.
Ilmastoasema	”verkon tiheyden tulisi kuvata tyydyttävästi alueen ilmaston erityispiirteet eri maaston mukaan (esim. tasangot, vuoristot, rannikot, saaret,...)”
Pintasääasemat:	Jokaista 250 000 km ² tulisi kuvata yhdestä kymmeneen asemaa. Pääasiallisten klimatologisten asemien keskimääräisen enimmäisetäisyyden tulisi olla 500 km luokkaa.
Luotausasemat:	Jokaista 1000 000 km ² kohti tulisi sijaita vähintään yksi luotausasema. Luotausasemien välinen keskimääräinen enimmäisetäisyys saa olla 1000 km.

Pintasää- ja luotausasemien tavoite- ja minimivaatimukset (WMO (2015), WMO Technical Regulations Basic Documents No.1 –Volume 1- General Meteorological Standards and Recommended Practices, Geneve & WMO (2010), Manual on the Global Data-Processing and Forecasting System, WMO-No.485, Geneve):

	Pintahavaintojen tavoite-vaatimukset	Pintahavaintojen minimi-vaatimukset	Luotauksien tavoite-vaatimukset	Luotauksien minimi-vaatimukset
Parametrit (havainnoidut ja kirjatut)	<i>Kaikilla asemilla</i> Paine Lämpötila Tuuli Kosteus <i>Maa-asemilla</i> Sademäärä Vallitseva sää Näkyvyys Pilvipeite Pilvenkorkeus <i>Meriasemilla</i> SST Merkitsevä aallonkorkeus	<i>Kaikilla asemilla</i> Paine <i>Maa-asemilla</i> Lämpötila Tuuli Kosteus <i>Meriasemilla</i> SST	Paine/ geopotentiaali Lämpötila Tuuli Kosteus	Paine/ geopotentiaali Lämpötila Tuuli Kosteus
			10 hPa korkeuteen asti	100 hPa korkeuteen asti
Havaintoajat UTC	00, 03, 06, 09, 12, 15, 18, 21	5 ajankohtana (esimerkiksi 00, 06, 09, 12, 18)	00, 12, 18	00 tai 12
Datan saatavuus	95-100 %	50%	95-100%	25%

WMO:n vaatimat havaintoihin lisättävä metadata. (WMO, 2015, *Manual on the WMO Integrated Global Observing System – Annex VIII to the Technical Regulations*, WMO-No. 1160, Geneve)

WIGOS ohjelman puitteissa pakolliset jaettavat havaintojen lisämääreet		
	Pakolliset vaatimukset: Jäsenten on pakko ilmoittaa.	Ehdolliset tiedot: täytyy ilmoittaa mikäli tilanne on poikkeuksellinen
1. Havainto	<ul style="list-style-type: none"> Havaittu muuttuja Ajallinen kattavuus Alueellinen laajuus 	<ul style="list-style-type: none"> Mittausyksikkö
2. Havainnon tarkoitus	<ul style="list-style-type: none"> Käyttöalue Havaintoon liittyvät ohjelmat/kytkökset 	
3. Asema	<ul style="list-style-type: none"> Aseman nimi Aseman tunniste Maantieteellinen sijainti Aseman status 	<ul style="list-style-type: none"> WMO alue tai Maa Jossa havainto on tehty
4. Ympäristö	Kuvaa havainnontekoympäristöä. Olosuhteita koskevaa tärkeäksi koettua tietoa, jota muissa kategorioissa ei käsitellä, voi lisätä tähän.	<ul style="list-style-type: none"> Läheinen maasto (esimerkiksi lumitilanteet) Maston luokittelun lähde Kartta maastosta jos ei tasaista
5. Laitteisto ja havainnontekotapa	<ul style="list-style-type: none"> Havaitun ilmiön lähde Havaintomenetelmä Laitteiston määrittely <p>Tehdään kaikille käytetyille laitteille erikseen.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Mittarin fyysinen etäisyys pinnasta Kuvaus vaikuttavista esteistä ja rakenteista Kalibroinnin aikataulu Laitteiston viimeisimmän tarkistuksen tulokset Laitteiden tekniset tiedot Kuvaus hoito ja rutiinitöistä Laitteen sijainti Ulkopuolisten häiriöiden vaikutuksen määrä mittaukseen
6. Näytteenotto	<ul style="list-style-type: none"> Vuorokauden aika Havaintojen aikataulu 	<ul style="list-style-type: none"> Näytteenottostrategia

7. Havaintojen käsittely ja raportointi	<ul style="list-style-type: none"> Raportoinnin ajallinen ulottuvuus Kuvaus miten raakadatasta saadaan havaittu muuttuja.	<ul style="list-style-type: none"> Referenssi tiedot
8. Havainnon laatu	Näytteen laatu ja sen jäljitettävyys.	
9. Omistusoikeus ja jako-oikeus	<ul style="list-style-type: none"> Jako-oikeus/rajalliset käyttöoikeudet Kertoo kuka havainnon tuotti ja kuka sen omistaa.	
10. Yhteystiedot	<ul style="list-style-type: none"> Yhteystiedot Kertoo mistä havainnon tiedot tai datasetti löytyy.	

LIITE 4 Ilmastopalveluiden yhteiskunnalliset hyödyt sekä ilmastopalveluiden visiot

Hyvillä ilmastopalveluilla voidaan saavuttaa monia hyötyjä yhteiskunnassa, esimerkiksi (*WMO (2014), Implementation Plan of The Global Framework for Climate Services, Geneve*):

- Ilmastomuutos ja vaihtelut voidaan huomioida kansallisella tasolla tehtäessä sosioekonomisia suunnitelmia. Soveltuu myös kansallisten luonnonvarojen kartoittamiseen.
- Suuria infrastruktuurihankkeita, jotka vaikuttavat kansalaisten elämään ja talouteen, suunniteltaessa ja toteuttaessa on ilmastohavaintoja hyödynnettävä, jotta turvallinen ja kestävä lopputulos voidaan saavuttaa. Esimerkiksi vesistön käytön suunnittelussa, kuten patojen rakentamisessa, ilmastopalveluiden käyttö on olennainen osa prosessia.
- Etenkin kuivilla alueilla ilmastopalveluilla voidaan kartoittaa kastelun tarvetta. Ilmastopalveluita tarvitaan myös mahdollistamaan tehokkaampi sadeveden talteenotto.
- Ilmastopalvelut ovat maataloudelle erityisen tärkeitä. Niiden avulla voidaan kartoittaa ja ennustaa kasveille ja karjalla elintärkeitä olosuhteita paikallisesti. Varsinkin maatalouden toiminnan jatkuvuuden turvaamisen kannalta pitkäjänteinen suunnittelu on tärkeää. (Palveluita ovat esimerkiksi kasvukauden pituuden ennustaminen ja kuivien jaksojen ennustaminen)
- Ilmastopalvelut tarjoavat tieteellisen pohjan eri toimialojen riskien kartoittamiseen. Tätä hyödyntävät etenkin vakuutusyhtiöt.
- Energiayhtiöt käyttävät palveluita ennakoidakseen energian kysyntää ja tehdäkseen tulevaisuuden investointeja, sekä löytääkseen sopivia paikkoja esimerkiksi tuuli- tai aurinkovoimaloille.
- Kansainvälisesti toteutettuna ilmastopalvelut voivat edesauttaa hyväksi havaittujen käytäntöjen leviämistä (esimerkiksi maatalouden saralla) samojen ilmasto-ongelmien kanssa työskentelevien maiden välillä
- Myös monet muiden alojen tutkijat käyttävät hyväkseen ilmastopalveluita, esimerkiksi yhteiskuntatieteiden saralla
- Ilmastoennusteita ja normaaliarvoja tarvitaan keskipitkien ja kausittaisten sääennusteiden laatimiseen

WMO:n jäseniltään vaatimat periaatteet ilmastopalveluiden visiosta (WMO (2010), Guidelines for National Meteorological Services –Position paper, Geneve).

Käyttäjä keskiössä	Tulee toimia yhteistyössä käyttäjien ja osakkaiden kanssa sovellettua ilmastonmuutostutkimusta tehtäessä, tuotekehittelyssä ja tarjoamalla koulutusta. Näin voidaan taata tuotteiden ja tiedon olevan helposti sovellettavissa käyttäjien päätöksenteossa. Yhteistyön tulee olla jatkuvaa ja vuorovaikutteista.
Auktoriteetti, jolla korkeat standardit	On tuotettava pitkäjänteisesti luotettavaa, virheetöntä ilmastotietoa havaintojen, mallinnetun datan, diagnostiikan, ennusteiden ja arvioiden (eri skenaarioilla) muodossa tulevasta ilmakehän ja meren tilasta. Tämän tulee noudattaa WMO:n standardeja. Koulutetun henkilökunnan tulee jakaa ja vastaanottaa tuotteita ja havaintoja jatkuvasti.
Tuettava päätöksentekoprosessia	On tarjottava tueksi tietoa ennusteiden ja havaintojen epävarmuuksista, kyvyistä yms. On tarjottava apukeinoja miten parhaiten tulkita saatavia tietoja.
Tiedot on välitettävä laajasti ja tehokkaasti	Poikkeavista olosuhteista on tiedotettava mahdollisimman nopeasti, jotta tarvittavat varokeinot voidaan toteuttaa. Etenkin tilanteissa, joissa kansalaisten tai ympäristö turvallisuus on uhattuna.

LIITE 5 Esimerkkejä kansallisen meteorologian laitoksen toimintaan vaikuttavista sopimuksista

Kansallisella tasolla
<ul style="list-style-type: none">• Kansallinen lainsäädäntö, laitoksen mandaatti• WMO:n standardit• Laitoksen toimintaperiaatteet ja yhteistyösopimukset• Yhteistyö asiakkaiden ja alan muiden toimijoiden kanssa• ISO – standardien noudattaminen
<ul style="list-style-type: none">• Sopimukset naapurimaiden kanssa, esim. yhteisten tuotteiden/palveluiden tuottamisesta tai rajat ylittävistä varoituspalveluista• ”sisar”-suhteet maiden välillä
Alueellisella tasolla
<ul style="list-style-type: none">• Yhteisvoimin tuotettavia keskipitkiä ja pitkiä numeerisia ennusteita esim. Euroopassa ECMWF• Alueellisia satelliittiprojekteja• Alueellisia ympäristöohjelmia esim. Tyynenmeren alueen SPREP
Kansainvälisellä tasolla
<ul style="list-style-type: none">• WMO:n kongressin laatimat ohjeistukset ja säädökset• Siviili-ilmailualan järjestön ICAO:n ohjeistukset• Ilmakehän katastrofien toimintasuunnitelma ERA• Ilmastohavaintojen yhteisprojekti GCOS